الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية.
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي.

جامعة الجزائر. معهد علم الآثار.

مذكرة تخرج لنيل شهادة الماجستير في علم الآثار

تخصص: صيانة وترميم.

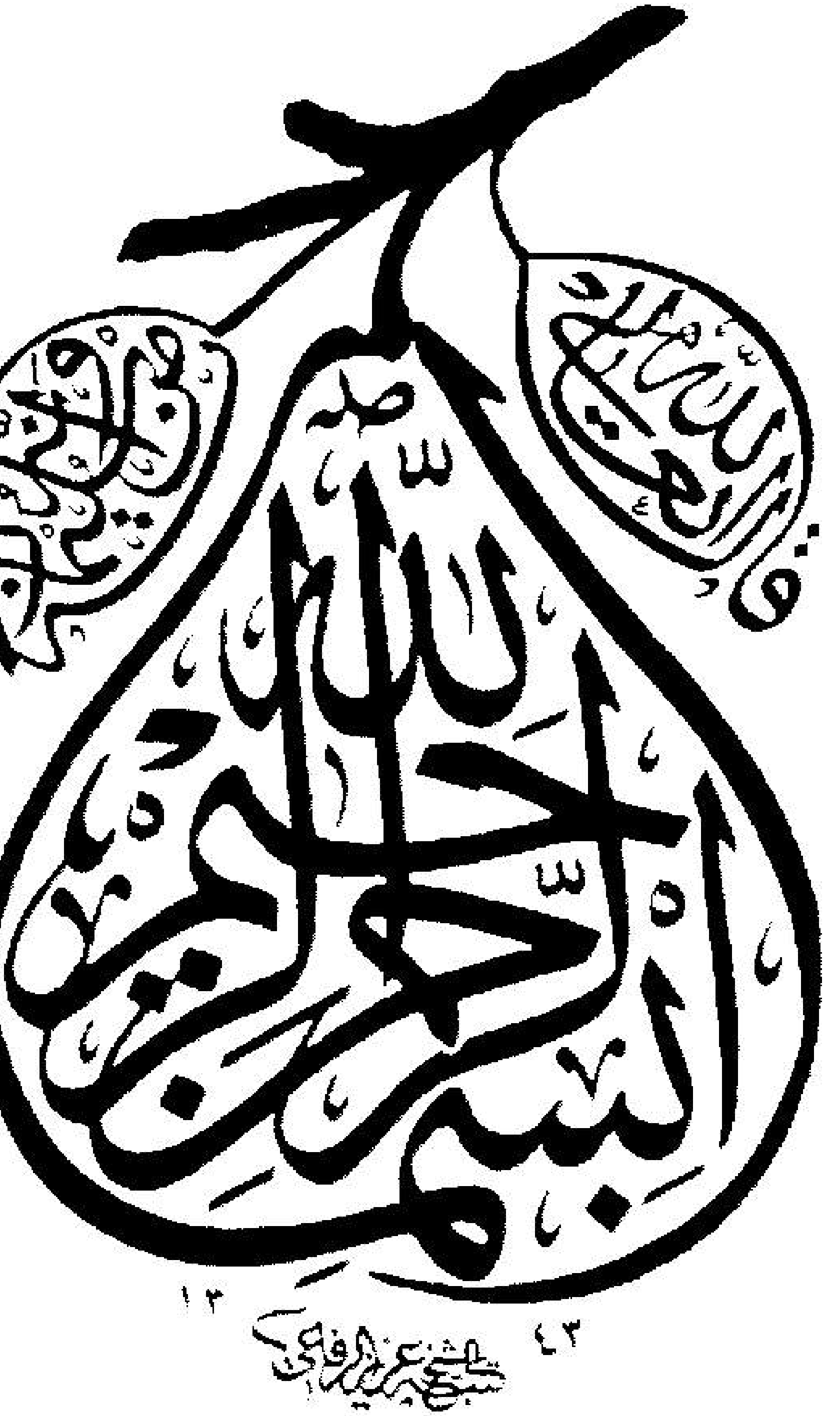
تحت عنوان:

تأثير عوامل التلف البيولوجية على المادة الخشبية الأثرية.
(دراسة عينية نموذجية)

إعداد الطالب:
ربعين أعمر.

تحت إشراف:
أ/د: لعرج محمود عبد العزيز.
د: حميان مسعود.

2008-2007


بسم الله الرحمن الرحيم

كلمة شكر

أتقدم بجزيل الشكر و التقدير إلى كل من ساعدني في انجاز هذا العمل المتواضع وأخص بالذكر:

أ/د: لعرج محمود عبد العزيز.

د: حميان مسعود.

أ/د: فيلاح مصطفى .

إهـــداء

اهدي ثمرة عملي هذا إلى من قال الله تعالى في حقهما:

" وأخفض لهما جناح الذل من الرحمة وقل ربي ارحمهما كما ربياني صغيرا"الإسراء الآية:24

إلى أمي و أبي.

إلى كل أفراد العائلة.

إلى كل أصدقائي.

إلى كل من أعرفه من قريب أو من بعيد.

مقدمة:

تحتل المادة الخشبية مكانة هامة في تكوين مختاف جوانب المنظومة القيمية للأمة، الفكرية منها والمادية، و الحضارية، فنجدها متعددة الوظائف من خلال استعمالاتها وتطبيقاتها، حيث أنها متصلة بالجانب المعماري و الفني ، مترجمة بذلك الأصول الفكرية و الصناعية و المعمارية للإنسان.

تندرج هذه المادة ضمن التراث المادي المنقول ممثلة في مختاف الأدوات، وغير المنقول كتلك الهياكل التي تكون العمارة الأثرية، و قد استغلت هذه المادة بشكل واسع باعتبار أنها مادة متوفرة في الطبيعة بكثرة، وباعتبار سهولة استعمالها و تصنيعها، إضافة إلى أنها مادة تعمر طويلا إذا ما قورنت ببعض المواد الأثرية الأخرى.

استعمل الإنسان هذه المادة بتقنيات متقنة و فنية، تطورت عبر مختاف العصور و الحضارات، وقد وصل إلينا بعض هذه الأعمال التي قطعت أشواطا طويلة في مقاومة عوامل التاف المختلفة، وبعد أن اندثر بعضها وصل البعض الأخر في حالة حفظ متفاوتة وأغلبها يتطلب عناية خاصة، ولا زالت تقاوم هذه العوامل إلى أجل غير مسمى.

تتأثر المادة الخشبية بعدد من عوامل التلف الفيزيائية، والكيميائية، والميكانيكية و البيولوجية، نظرا لطبيعة خصائصها النشوئية و البنيوية، حيث أنها تمتاز ببعض المميزات الفيزيوكيميائية و الميكانيكية الفريدة من نوعها في عالم المادة العضوية، فتتفاعل هذه الخصائص مع مختاف عوامل التلف منتجة في الغالب تأثيرا سلبيا على الممتلكات الحضارية الخشبية.

ولعل أهم هذه العوامل التي تتدخل على المادة الخشبية الأثرية متلفة بذلك قسطا منها أو جلها نجد العوامل البيولوجية، و التي تندرج ضمنها بشكل أساسي الحشرات و الفطريات التي هي موضوع دراستنا هذه، إضافة إلى بعض الكائنات المجهرية الأخرى كالإنزيمات و البكتيريا، والعوالق وكل منها يمكن أن يشكل موضوع للبحث و الدراسة.

تطرح مختاف أنواع الحشرات و الفطريات إشكالية كبيرة أمام المختصين في المحافظة وصيانة المادة الخشبية الأثرية –باعتبارهما عاملي تلف- نظرا لتشعبها من

حيث أنواعها وخصائصها العامة وتأثيراتها على محيط المادة، ومن حيث ارتباطها بالكيمياء العضوية و البيولوجيا.

تتفاعل المادة الخشبية الأثرية مع مختلف عوامل التلف البيولوجية منتجة بذلك ظواهر معقدة تستدعي نوع من الدراسة والاهتمام من أجل معرفة جذور هذه التفاعلات، حتى يتسنى لنا إيجاد مناهج وطرق و أدوات نحافظ ونصون من خلالها المادة الخشبية الأثرية، ونحد من تدخل عوامل التلف البيولوجية، لنكون بذلك قد ألغينا سبب من أسباب اندثار وتلف المادة الخشبية الأثرية وبالتالي نمكنها من استمرارية التعمير وأداء دورها المعماري و الفني وكذا دور نقل المعلومة الأثرية –لأن المادة الأثرية تمثل بالدرجة الأولى قاعدة معطيات ومركز معلومات- وان كانت حتمية الفناء و الزوال ضرورة لا يمكن إلغاءها بالكلية، كما أننا نساهم بهذه الدراسة في إثراء مجال الصيانة و الترميم بصفة خاصة وعلم الآثار بصفة عامة، والزيادة في رصيد رفوف مكتباتنا، هذا ما أثار اهتمامنا، وجعلنا نأخذ هذا الجانب كموضوع للدراسة و البحث.

الإشكالية:

انطلقنا في هذه الدراسة من إشكالية محورية مفادها:

ما هي عوامل التلف البيولوجية المؤثرة على المادة الخشبية الأثرية؟

وتندرج تحت هذه الإشكالية عدة تساؤلات فرعية من بينها:

ما هي العلاقة الموجودة بين عوامل التلف البيولوجية و مكونات المادة الخشبية الأثرية، و كيف تتفاعل فيما بينها؟

كيف نستطيع أن نشخص هذه العوامل؟

ما هي المناهج و الطرق و الأساليب المناسبة للحد من تدخل عوامل التلف البيولوجية على المادة الخشبية الأثرية؟

طبيعة الدراسات السابقة:

اهتمت بعض الدراسات و الأبحاث بجوانب هذا الموضوع في إطار تخصصات أخرى، فنجد أن المادة الخشبية نالت قسطا من الدراسة باعتبارها أحد المواد الأساسية في

عملية التصنيع، أو دراستها من خلال دورها الحضاري الأثري، أما الدراسات و الأبحاث التي تتصل بالعوامل البيولوجية التي نحن بصدد البحث فيها، فقد تطرقت إليها باعتبارها كائنات بيولوجية و مجهرية حية تلعب دورا هاما من حيث الجانب البيوكيميائي والايكولوجي، والموضوع في صورته العامة المعروض بها منهجا وتطبيقا (عينة الدراسة)، وفي إشكاليته المطروحة لم تتناوله الدراسات و الأبحاث في شكل أطروحات جامعية ولا حتى أبحاث علمية أخرى إذا ما أخذنا بعين الاعتبار عينة الدراسة و المتمثلة في خشب تسقيف قصر خداوج العمياء (المتحف الوطني للفنون و التقاليد الشعبية).

اعتمدنا في دراستنا هذه على بعض المراجع و الأبحاث المختلفة التي اخترناها تماشيا مع هيكلة الموضوع، وهي كالتالي:

DOMINIQUE (G.M), Le bois dans la construction, Edition du Moniteur, Paris, 1990.

DOMINIQUE (G.M), Construction avec le bois, collection technique de conception, Edition le moniteur, Paris, 1999.

KARL (H.G), DIETER (H), et al, Construire en bois, Choisir, Concevoir, Réaliser, Presse polytechniques et universitaires Romandes, Suisse, 2001.

ROGER (D), Ecologie des insectes forestiers, Gouthier - Villars, paris, 1980.

JACQUOIT (C), Les champignons du bois, Edition Masson, paris, 1967.

JACQUIOT (C), Ecologie des champignons forestières, Gouthier – Villars, Paris, 1978.

JACQUIOT (C), Etudes anatomique des lésions caractéristiques de la maladie de bois, Masson édit, 1951.

JACQUIOT (C), Observation sur les relations entre la flore de champignons lignicoles et les traitements forestiers en foret, travaux des naturalistes de la vallée de Loing, FASC, Paris, 1955.

JACQUOIT (C), LA PETITE (D), Recherche sur le rôle des bactéries dans la conservation des copeaux de bois de papeterie stockés, La société mycologique de France, Paris, 1967.

AVAT (D.G), DIROL (D), et al, Le traitement du bois dans la construction, 2eme édition Eyrolles, paris, 2000.

RAYZAL (M), Guide de la préservation du bois, CTBA, paris, 1998.

منهج البحث:

انطلقنا في هذا البحث من خلال التعرف على المادة الخشبية من حيث مكوناتها النشوئية وخصائصها الفيزيائية، الكيميائية و الميكانيكية، وارتباطها مع المحيط، ثم إلى

التعرف على مختلف العوامل البيولوجية ممثلة في الحشرات و الفطريات من حيث معرفة خصائصها البيولوجية التكوينية، وكيفية التدخل على المادة الخشبية الأثرية، مستعينين ببعض الأشكال و الصور التوضيحية، لنستخلص بعدها طرق و أساليب المحافظة و الصيانة الملائمة، ثم القيام ببعض الأعمال التطبيقية على حسب ما توفر لدينا من إمكانيات واقعية، وتسهيلات عملية، وكان هذا من خلال البحث في عدد من المراجع و الكتب و الدراسات المختصة.

هيكلة الموضوع:

هيكلنا موضوع بحثنا هذا يتوافق مع الإجابة على الإشكالية المطروحة القائمة على الربط بين الجانبين النظري و التطبيقي معا.

فقسمنا الموضوع إلى أربعة فصول، الثلاثة الأولى خصصناها للجانب النظري ، أما الفصل الرابع فقد تطرقنا فيه إلى الجانب التطبيقي.

فيما يتعلق بالفصل الأول فقد حاولنا فيه إلى التعرف على المادة الخشبية من حيث أصلها الإنشائي وتصنيفها النباتي، وأنواعها، وبنيتها التشريحية وخصائصها البنيوية المختلفة، هذا ما يمكننا من فهم طبيعة المادة وتفاعلاتها مع مختلف مكونات المحيط، مدعمين هذا الفصل ببعض الأشكال و الصور التوضيحية.

أما الفصل الثاني فقد احتوى على دراسة وصفية تحليلية لعوامل التلف البيولوجية ممثلة في الحشرات و الفطريات وما يرافقها من كائنات تعايشية أخرى، من حيث أنواعها، وصفها، طريقة عيشها، محيطها الخاص، وعلاقتها بمكونات البنية الخشبية، وكذا الأخطار الناتجة عنها، مرفقين هذا الجانب ببعض الأشكال و الصور التوضيحية.

و الفصل الثالث الذي هو آخر فصل في الجانب النظري،حولنا فيه إبراز مختلف الطرق و المناهج و الأساليب المستعملة في الحد من تدخل عوامل التلف البيولوجية على المادة الخشبية الأثرية، وكذا الأدوات والمحاليل المستعملة، مستعرضين في ذلك خصائص كل منهجية و الأخطار التي يمكن أن تنتج عن استعمالاتها.

وفيما يخص الفصل الرابع الذي يمثل الجانب التطبيقي، فهو عبارة عن دراسة عينية مرتبطة بما توفر لدينا من إمكانيات واقعية، وهو خاص بدراسة خشب البناء في

قصر خداوج العمياء، ومن أجل ذلك ركزنا على الدراسة المناخية للقصر وعلاقته بالمادة الخشبية، مبرزين مظاهر تأثير بعض العوامل البيولوجية على العينات التي تطرقنا إليها من خلال تشخيص ميداني أولى لها، وكان هذا التشخيص لا يفي بالغرض المطلوب لأنه لا يمكن فصله عن واقع البحث العلمي في بلادنا هذا ما أثر سلبا و بشكل بليغ على تسير المعطيات واستنتاج نوعية النتائج المتوصل إليها، بناءا على ما سبق فقد استنتاجنا بعض النصائح و الإرشادات التي يمكن العمل بها في الحفاظ على العينات المدروسة وما شابهها، وصيانتها من مختلف عوامل التلف البيولوجية، وقد دعمنا هذا الفصل ببعض الصور و الأشكال الضرورية.

~الفصل الأول~
عموميات حول مادة الخشب.

عموميات حول مادة الخشب:

I .1: تعريف الخشب:

يدعى باللاتينية بوسكيس[1] (BOSCUS) ، وهو عبارة عن نسيج نباتي حي، ومقاوم يستعمل في مختلف جوانب البناء، ومصدره عدد هائل من أنواع الأشجار الموجودة في الطبيعة[2] ، أما في علم النباتات فان كلمة خشب أو كسيلام (Xylème) تعني مجموعة من النسيج التي تكون جميع النباتات ذات الجذور أي الأشجار[3] .

I .2: أنواع الخشب:

تصنف الأشجار من الناحية البيولوجية الخشبية ضمن عائلتين كبيرتين على حسب طور الحياة والمكونات فنجد:

I .1.2: الأخشاب الوريقية (Bois feuillus):

يعرف الخشب الوريقي من خلال مصدره الذي يكون من أصل الأشجار ذات الأوراق المتجددة سنويا (Feuilles cadique)، أي التي تفقد أوراقها في فصل الشتاء، كما أنها لا تحتوي على مادة الراتنج، مثل شجرة البلوط(Chêne)، وخشب الكستنة[4] (Châtaignier).

I .2.2: الأخشاب الراتنجية (Bois résineux):

هذا النوع من الخشب يعود إلى أصله النباتي الأول أي الأشجار ذات الأوراق الدائمة الاخضرار (Feuilles persistante) ، حيث تتميز هذه الأشجار باحتوائها على مادة الراتنج (Résine) ولذا سميت أخشابها بالأخشاب الراتنجية، مثل الصنوبر(Pin)، التنوب (Sapin)، الأبيسة (Epicéa)، ويمكن أن تفقد هذه الأشجار أوراقها الإبرية جزئيا في فصل الشتاء[5] .

---

(1) C. Auge, **Nouveau la rousse illustre,** T 2, Libraire la rousse, Paris, S.d, p.197.
(2) K. Gérard, **La fabrication du bâtiment, les gros œuvres,** édition Eyrolles, Paris, 1997, p. 412.
(3) **Le bois in encyclopédie universels,** vol II, p. 396.
(4) K. Gérard, Op.cit, p. 412.
(5) Ibid, p. 412.

من الناحية التجارية فان الخشب يصنف على حسب مناطق تواجده، فنقول مثلا خشب أصلي، خشب دخيل (Bois exotique)، خشب الشمال، أما من الناحية الصناعية فانه يقسم إلى ثلاث مجموعات أساسية وهي[1] :

* أخشاب صلبة.
* أخشاب نصف صلبة.
* أخشاب لينة.

I .3: البنية الخشبية:

تتميز المادة الخشبية ببنيتها الفريدة من نوعها، التي تعتبر من بين البنيات الأكثر تعقيدا في عالم المواد العضوية، من حيث المكونات، و من حيث انتظامها داخل بنية النسيج الخلوي[2] ، فمن حيث تنوع البنية يمكن تمييز نوعين منها.

فالبنية الخشبية التي يمكن رؤيتها بالعين المجردة تسمى "البنية الكبيرة" (Macrostructure)، والتي لا ترى إلا من خلال عملية التكبير بالعدسات المكبرة (Microscope) تسمى "البنية الصغيرة"[3] (Microstructure) (الشكل رقم:1).

I .1.3: البنية الخشبية الكبيرة(Macrostructure):

يفحص هذا الجانب من خلال ثلاث مقاطع أساسية للجذع الخشبي وهي: المقطع العرضي، الشعاعي، والطولي (على حسب القطر والشعاع)، والمقطع المماسي الطولي (على حسب الوتر)[4] .

في المقاطع العرضية والشعاعية للجذع نميز ستة أجزاء رئيسية، وهي كالتالي: القشرة (Ecorce)، النجب (Liber)، الشكير (Aubier)أو(Cambium) ، الجاب أو القلب (Cœur) أو(Duramen)، وأخيرا اللب (Moelle) [5] (الصورة رقم:1،2).

---

(1) D. Dominique, **Conception des structures en bois lamellé-collé,** Editions Eyrolles, 1999, p. 12.
(2) K. Gérard, Op.cit, P 412.
(3) G.M. Dominique, **Le bois dans la construction,** Edition du Moniteur, Paris, 1990, p. 54.
(4) Ibid, p. 54.
(5) Le bois, Op.cit, p. 396.

I .1.1.3: القشرة:

وجد هذا الجزء لحماية الشجرة من التلف الميكانيكي، وهي تتكون من طبقة خارجية تسمى الحاشية، وطبقة داخلية تسمى النجب(Liber) (الصورة رقم: 2).

I .2.1.3: طبقة النجب:

عبارة عن طبقة رقيقة جدا من القشرة، موجهة لتحويل النسغ الناقص من خلال القنوات المخصصة لذلك، وهي الطبقة السفلى من اللحاء، وتكون متموضعة بين القشرة وبداية طبقة الخشب(الصورة رقم:3).

I .3.1.3: طبقة الشكير:

عبارة عن طبقة رقيقة، حية، و متموضعة تحت النجب وفوق نهاية منطقة القلب، وهي ذات لون فاتح، وتتكون أساسا من خلايا حية خلال فترة النمو.

I .4.1.3: طبقة القلب:

تتكون هذه الطبقة خلال طيلة فترة الإنبات، التي تسمى الطبقات السنوية، وهي جد واضحة من خلال المقطع العرضي لأي نوع من الخشب، ولونها على العموم فاتح، وقد نجد عند بعض الأنواع الأخرى أنها ذات لون قاتم، وهي ملتصقة مباشرة بمنطقة اللب.

I .5.1.3: طبقة اللب أو النخاع (Moelle):

هو القسم المتواجد في الوسط، يتكون من نسيج إسفنجي ميت، و حلقات متمركزة أو مشتركة المركز، إلى حد ما عريضة، تدل على الطور السنوي للنمو، ومن خلالها نميز الحلقات السنوية.

I .6.1.3: الحلقات السنوية للأخشاب:

تختلف الحلقات الخشبية السنوية من حيث العرض على حسب شروط نمو الخشب و بيئته، حتى في نفس النوع، وعليه فإن عرض الحلقة مهم بالنسبة لنوعية الخصائص الخشبية، خاصة الكثافة، فكلما كانت الكثافة الخشبية كبيرة كلما كانت المقاومة الميكانيكية مرتفعة[1] (الصورة رقم:4).

تتكون الحلقات السنوية من خلال مرور الخشب عبر فترتين من النمو، الأولى تتشكل في فصل الربيع، وتعرف من خلال لونها الفاتح، أما الثانية تكون في فصل الصيف ويلون قاتم[2] (الصورة رقم:5،6).

I .2.3: البنية الخشبية الصغيرة (Microstructure):

يتميز الخشب ببنيته الصغيرة التي تمثلها الخلايا بمختلف أنواعها، والتي لا يمكن التعرف عليها أو دراستها إلا من خلال عملية تكبيرها، فعند ملاحظتها بالميكروسكوب نجدها تحتوي على عدد كبير من الخلايا الميتة والحية، بأشكال وأبعاد مختلفة، فالخلية الحية تتكون من غلاف، و الجبلة الأولى* (Protoplasme)، النسغ** (Sèvre)، النواة*** (Noyau)[3].

I .1.2.3: الخلايا ومكوناتها:

تتكاثر الخلايا الخشبية في طبقة الشكير باتجاه وسط الشجرة، خلال عملية تكاثر الخلية، فإن خلايا الشكير توجد مقسمة إلى قسمين[4] :

القسم الأول: له جدار جد رقيق، وهو متموضع باتجاه القسم الخارجي للجذع.

القسم الثاني: له جدار سميك، يتواجد بشكل منتظمة باتجاه منطقة القلب.

---

(1) D. Dominique, Op.cit, p. 15.
(2) G.M. Dominique, Op.cit, p. 56.

* الجبلة الأولى: هي المادة الأساسية المكونة للقسم الأساسي من الخلية النباتية الحية.

** النسغ: هو سائل ينتقل عبر الأنسجة النباتية الناقلة للمواد الغذائية، ويتكون من مجموعة محاليل لمختلف الماد الغذائية الممتصة من الأرض.

***النواة: عبارة عن بنية خلوية تميز الخلايا وتدخل في التكوين الجيني للحمض النووي.

(3) K. Gérard, Op.cit, p. 413.
(4) Ibid, p. 413.

في الربيع يشكل الشكير خلايا عريضة بغلاف رقيق، هذا ما يسمى "خشب الربيع". أما خلال النصف الثاني من فترة نمو النباتات، فإن الشكير يشكل خلايا ذات جدار سميك مسطح، والتي تمثل الوظائف الميكانيكية وتكون القسم الثاني أي خشب الصيف.

والأنواع الخشبية التي قسمها المركزي بلون قاتم يسمى خشب القاب، ومثال ذلك، خشب البلوط، الأرز (Cèdre)، الصنوبر[1] .

أما الأنواع الخشبية ذات القلب الفاتح اللون، فتسمى خشب الشكير (Aubier)، مثل البتولا (Bouleau)، جار الماء (Aune)، الإسفندان(Erable).

وعلى العموم فان الخلايا الخشبية تتكون كغيرها من أنواع الخلايا الأخرى من العناصر التالية[2] :

I .1.1.2.3: الغلاف الخلوي:

يتكون الغلاف الخلوي مبدئيا من مادة السيليلوز الذي صيغته الكيميائية $(C_6H_{10}O_5)_n$، وبالتناسب مع نمو الخلية فإن الغلاف يتلاءم مع مختلف تغييرات البنية والمكونات، أين ينتج المحولات الخشبية وتظهر مادة اللجنين (Lignine) الملتصقة بالسيليلوز، حيث تزيد من صلابة الخلية و تمنحها نوعا من مقاومة عوامل التاف والتحلل.

I .2.1.2.3: الجبلة الأولى:

عبارة عن مادة مخاطية لزجة و شفافة، سميكة وذات حبيبات، تتكون من عنصر الكربون، والهيدروجين، والأوكسجين، و الأزوت، والكبريت.

I .3.1.2.3: النواة:

لا تتميز النواة عن البروتوبلازما إلا من حيث احتوائها على مادة الفوسفور، وعلى العموم فالنواة تظهر بشكل بيضوي.

---

[1] H.G. Karl, H. Dieter, et autres, **Construire en bois, Choisir, Concevoir, Réaliser**, Presse polytechniques et universitaires Romandes, Suisse, 2001, p. 15.
[2] Ibid, p. 16.

تحدث بعض التحولات المخاطية (Mucus) على مستوى النواة، ويكون ذلك حسب التحولات الكلية أو الجزئية للغلاف الخلوي، حيث يتحول جزء من ذلك الغلاف الخلوي إلى مادة مخاطية قابلة للذوبان في الماء ، ويصبح بيخلوي* (Intercellulaire)، مكونا بذلك نوع من الفتحات والثقوب، وبتجمع بعض الخلايا بين هذه الفتحات تنتج الأوعية الخشبية.

I .2.2.3: أنواع الخلايا:

مهما كانت المنطقة التي تتواجد فيها الخلايا المكونة للبنية الخشبية، فأنها تندرج ضمن ثلاثة أنواع التالية[1] :

I .1.2.2.3: الخلايا الأنبوبية (Cellules tubules):

تتواجد هذه الخلايا في الاتجاه الطولي، هذا ما نجده متباين في بنية الخشب الوريقي، تتميز بالانتظام الجيد لمكوناتها الأساسية، وهي الوحيدة المسئولة عن نقل الماء و تثبيته، و طولها ما بين 1ملم إلى 8ملم، و تنتظم هذه الخلايا في شكل مربع أو خماسي، أو سداسي، بقطر 0.1ملم.

I .2.2.2.3: الخلايا الطولية:

وهي تمثل 90% من حجم الخشب وموازية للنوع الأول، تتموضع في الاتجاه الطولي للبنية الخشبية.

I .3.2.2.3: خلايا الاتجاه العرضي:

وهي خلايا يمكن رؤيتها، وتسمى "الأشعة النخاعية (Rayons médullaires) "، والتي تتجه من القشرة نحو النخاع، وفيها تتم عملية تحليل المواد الغذائية.

---

* بيخلوي: مصطلح يطلق على موقع الأجسام الدقيقة بين الخلايا أو بين مكوناتها، وهو مصطلح يستعمل في ميدان البيولوجيا والبيوكيميا.

(1) M. Durez, **Nouveau traité des matériaux de construction,** T.II, Edition Dunod, Paris, 1992, p. 595.

I .3.2.3: الأوعية الخشبية:

تتموضع الأوعية الخشبية في الاتجاه الطولي للجذع الخشبي، وهي مختلفة الأحجام والأبعاد، فالخشب الوريقي يتميز بأوعيته الكبيرة، و لا يوجد فرق بين أوعية قسم الطبقة السنوية الأولى و أوعية قسم الطبقة السنوية الثانية، و عليه فهذه الأخشاب تسمى "الأخشاب ذات الأوعية المتفرقة أو المبعثرة"، وهي أوعية توجد في الخشب الوريقي فقط، أين تسمح بحركة المياه الجيدة[1] (الصورة رقم:7).

أما الخشب الراتنجي فهو مجرد من هذه الأوعية، التي تعوضها خلايا مغلقة و ممدة تسمى (Trachéides) ،وهي موجودة في القسم الأخير من الطبقة السنوية لأغلبية الأخشاب الراتنجية، و مزودة بقنوات راتنجية، يعني أنها أنواع بيخاوية مملوءة بمادة الراتنج، بالإضافة إلى الطبقات السنوية فإننا نلاحظ على المقطع العرضي شقوق ضيقة موجهة على حسب الأشعة، وتسمى "الأشعة النخاعية(Rayons médullaires)[2].

I .3.3: البنية التشريحية:

تتيح لنا البنية التشريحية للخشب بالتعرف على ترتيب الخلايا التي تظهر حسب المستويات والمقاطع الثلاثة للبنية التشريحية، حيث نجد أن الخواص الفيزيائية والميكانيكية تختلف باختلاف ترتيب هذه المقاطع، وعليه فان مورفولوجية الخشب تتكون من ثلاث مقاطع أساسية تتموضع وفقها المكونات الخشبية العامة، وهي على الشكل التالي [3] (الصورة رقم: 8).

I .1.3.3: المقطع العرضي:

من خلال مقطع عمودي على محور جذع خشبي يظهر قسمين أساسين:

* **القسم الأول:** ممثلا في القشرة التي تتكون من مادة الريتيدون (Rhytidome) واللحاء.

---

(1) M. Durez, Op.cit, p. 587.
(2) Ibid, p.587.
(3) M.C. Berducou, **La conservation en archéologie, méthodes et pratiques de la conservation – restauration des vestiges archéologique,** Masson, Paris, 1990, p. 225.

*** القسم الثاني:** وهو قسم خشبي متكون من خلايا تزداد في التكاثر سنة بعد سنة، وهي تكون خشب الربيع وخشب الصيف، وحدود الطبقات السنوية عبارة عن حلقات مرئية، فخارج الحلقة نميز خشب الربيع وخشب الصيف، إضافة إلى النخاع (الصورة رقم: 9).

I .2.3.3: المقطع الشعاعي:

في هذا المقطع فإن الحلقات والأشعة النخاعية تكون بشكل عام عبارة عن خطوط أولية متوازية مع المحور والخطوط الثانوية الشعاعية أين تسمح الخلايا الشعاعية بنقل وتخزين المواد المغذية في الاتجاه الأفقي (الصورة رقم:10).

I .3.3.3: المقطع المماسي:

يتكون المقطع المماسي من حلقات متقطعة تكون هي بدورها خطوط دائرية أو متموجة، والأشعة النخاعية الكبيرة مقطوعة بزاوية قائمة تظهر من خلال خطوط داكنة اللون مغزلية الشكل (الصورة رقم:11).

I .4: عيوب الأخشاب:

ترافق الخشب بعض العيوب ذات الأصل النباتي، والتي تؤثر بتغيير دوره وخصائصه وتصعب من استعماله، وتكون هذه العيوب في الغالب بادية للعيان، وهي على أنواع.[1]

I .1.4: عيوب مرتبطة ببنية الخشب:

I .1.1.4: العقد (Noeuds):

العقد الخشبية عبارة عن نقاط ربط الأغصان عندما تكون قد نزعت طبيعيا أو عن طريق حدث ما، ومن المعروف عنها أنها تنقص من مقاومة الخشب، وتقلل من قيمته استعماله، وهي على ثلاثة أنواع[2] :

(1) G.M. Dominique, Op.cit, P 39.
(2) Ibid, P 39.

I .1.1.1.4: **عقد سليمة:** وهي عقد متشققة في الوسط، ولكنها مربوطة جيدا بالبنية الخشبية.

I .2.1.1.4: **عقد ميتة:** تنشأ عن طريق تشذيب الأغصان، وتتوزع على شكل أقراص سوداء داكنة على البنية الخشبية.

I .3.1.1.4: **عقد فاسدة:** ينشأ هذا النوع، من خلال عملية تصادم الأغصان.

I .2.1.4: الشقوق والتصدعات (Fentes):

تنتج عدة شقوق وتصدعات على الجذع الخشبي بسبب الصقيع وتسمى (Roulure)، وهي عبارة عن فصل كلي أو جزئي للطبقات الخشبية، وفي حالة تغير غير منتظم في عرض الحلقات يمكن أن نلاحظه على طول الحلقات السنوية، وعند حدوث هذه التشققات تنقص قوة الخشب، ويصبح غير قادر على مقاومة الأثقال والجذب[1] .

I .3.1.4: الجيوب الخشبية الراتنجية (Poches résineuses):

تظهر هذه الجيوب عند الخشب الراتنجي، وهي مضرة بالبنية الخشبية، ونميز نوعين من الجيوب الراتنجية، جيوب صغيرة وأخرى كبيرة طولها يزيد عن 50 ملم، وعرضها 2 سم، وهي ناتجة عن الانحناء والاعوجاج القوي الذي يكون بفعل الرياح، حيث يدخل الراتنج تحت طبقة النجب، أين يستطيع أن يثبت، وهذا التثبيت يكون بصفة عشوائية، ولا يمكن معالجة هذه المشكلة إلا من خلال تقشير هذه الجيوب[2] .

I .4.1.4: الاعوجاج (Gauchissement):

ينتج الاعوجاج من خلال تغير خصائص النمو بفعل نسبة الرطوبة المرتفعة، حيث تبدأ الألياف والحلقات بالانحراف بالنسبة للمحور الطولي للخشب[3] .

---
(1) D. Dominique, Op.cit, p. 22.
(2) Ibid, P 19.
(3) H.G Karl, H. Dieter, et autres, Op.cit, p. 16.

I .2.4: عيوب مرتبطة بالتلف:

التلف عبارة عن تغير على مستوى المكونات الكيميائية للخشب، والمتسبب في هذا التلف عوامل بيولوجية بحتة، وهذا هو محور دراستنا، حيث سنتطرق إليه بنوع من الدقة والتفصيل في الفصل الثاني، ونلخص هذه العوامل في محورين رئيسيين ألا وهما الحشرات والفطريات بشكل رئيسي، وما يرافقهما من كائنات مجهرية أخرى.

I .5: خصائص الخشب:

I .1.5: الخصائص الكيميائية:

تتحدد طبيعة النسيج الخشبي الكيميائية بمكونات هذا النسيج الذي يتركب من عدد من البوليمرات* (Polymères) هي السيليلوز و الهيميسليلوز و اللجنين، وعلى هذا البناء يترسب خليط من مواد مختلفة الوزن الجزئي(Poids spécifique) هي المستخلصات** (Extractives)[1] ، ومن الناحية النشوئية فإن الجدار الابتدائي للخلية الخشبية مع الصفيحة الوسطى (اللتان تغلفان الخلية) تتكون عليهما الطبقات الأخيرة من الجدار الثانوي الخشبي، وخلال هذه العملية تترسب سلاسل الميكروفبرلات السيليلوزية (Microfibres cellulosique) على الجدار الابتدائي مكونة طبقات الجدار الثانوي[2] ، ومع هذه الخطوة يكون قد بدأ ترسب اللجنين في أركان الخلايا قبل تمام استطالتها، الذي يترسب فيما بعد مع الصفيحة الوسطى والجدار الابتدائي، ثم يترسب في الجدار الثانوي، وبامتداد عملية النمو إلى الجدار الثانوي، وموت الخلية، تترسب البقايا السيتوبلازمية (Cytoplasmique) للخلية على الجزء الداخلي المبطن للجدار الثانوي، مكونة الجدار المتثألل[3] (Couche verrue)، ونلاحظ أن السيليلوز يقوم بدور الهيكل البنائي للنسيج الخشبي، أما اللجنين فيقوم بدور المادة اللاصقة المدعمة، في حين أن الهيميسليلوز يقوم بدور المادة المالئة، هذا وتختلف أنواع الأخشاب في محتواها من هذه المواد[4] .

* البوليمرات: مجموعة من المواد المكونة للأجزاء التي تتركب من خلال تعدد نفس النسيج الكيميائي للعناصر المكونة للوحدات القاعدية.
** المستخلصات الخشبية: هي المركبات الموجودة بالنسيج الخشبي القابلة للذوبان في المذيبات العضوية.

(1) D. Fengel, G. Wegner, **Wood, Chemistry, Ultra structure, Reactions,** Berlin, 1984, p.113.
(2) Ibid, p. 113.
(3) Ibid, p. 114.
(4) B. Browning, **Methods of wood chemistry,** Vol I, Wiley interscience, New York, 1967, p.110.

وفيما يخص تباين هذه المكونات بين أنواع الأخشاب، فإن الأخشاب المتواجدة في المناطق المعتدلة تحتوي على نسبة مادة اللجنين أقل، ونسبة أكثر من مادة الزيلان (xylène)*** مقارنة مع الأخشاب النامية في المناطق الحارة، التي تكون بها نسبة أعلى من اللجنين، كما أن هناك تفاوت ملحوظ في المحتوى الميتوكسيلي للأخشاب، أما عديدات التسكر من الهيميسليلوز، فهي من نوع الزيلان الحمضي (Xylène acidifié)، والجلوكوماتين (Glucomamane) اللذان يتواجدان بصفة أقل من تلك التي تميز تواجد مادة (Galactog- lucamannane)، وعليه فإن تواجد نسبة المكونات الكيميائية للأخشاب تحدد طبيعة التفاعلات الكيميائية فيما بينها، وبين العوامل البيولوجية المتصلة بالخشب، وبالتحديد عوامل التلف البيولوجية[1] .

وفيما يلي نتطرق لبعض التفاصيل الخاصة بالمكونات الكيميائية الأساسية التي تكون النسيج الخشبي:

I .1.1.5: السيليلوز:

يعتبر السيليلوز $(C_6H_{10}O_5)_n$ من المكونات الأساسية لغلاف الخلية الخشبية، وهو مادة منظمة في ألياف، ويأخذ شكل الميكروفبرلات (Microfibre)، وهي حزم طويلة من سلاسل جزيئات السيليلوز مرتبة بصورة متوازية ، وإن كان ترتيب هذه السلاسل داخل الوحدات البنائية للسيليلوز ما زال موضع العديد من التساؤلات والدراسات[2] .

يتكون السيليلوز من ثلاث عناصر مهمة: الكربون (Carbone) ، الهيدروجين (Hydrogène) والأكسيجين (Oxygène) ، وتعطى مجموعة هذه العناصر بالصيغة الكيميائية التالية التي تمثل بصفة عامة جزئي السيليلوز (الشكل رقم:2)، ويعتبر السيليلوز من عديدات التسكر وحيدة المكون (Homo polysaccharide)، ومكون من وحدات بقايا جلوكوز مرتبطة برابطة جلوكوسيدية (Glucidique) (الشكل رقم:3) ، وهو بهذا بوليمر (Polymère) إستقامي (Liner) من وحدات نباتية من الجلوكوز الأندريدي، وله قابلية لتكوين روابط هيدروجينية بين جزيئية وغير جزيئية[3] .

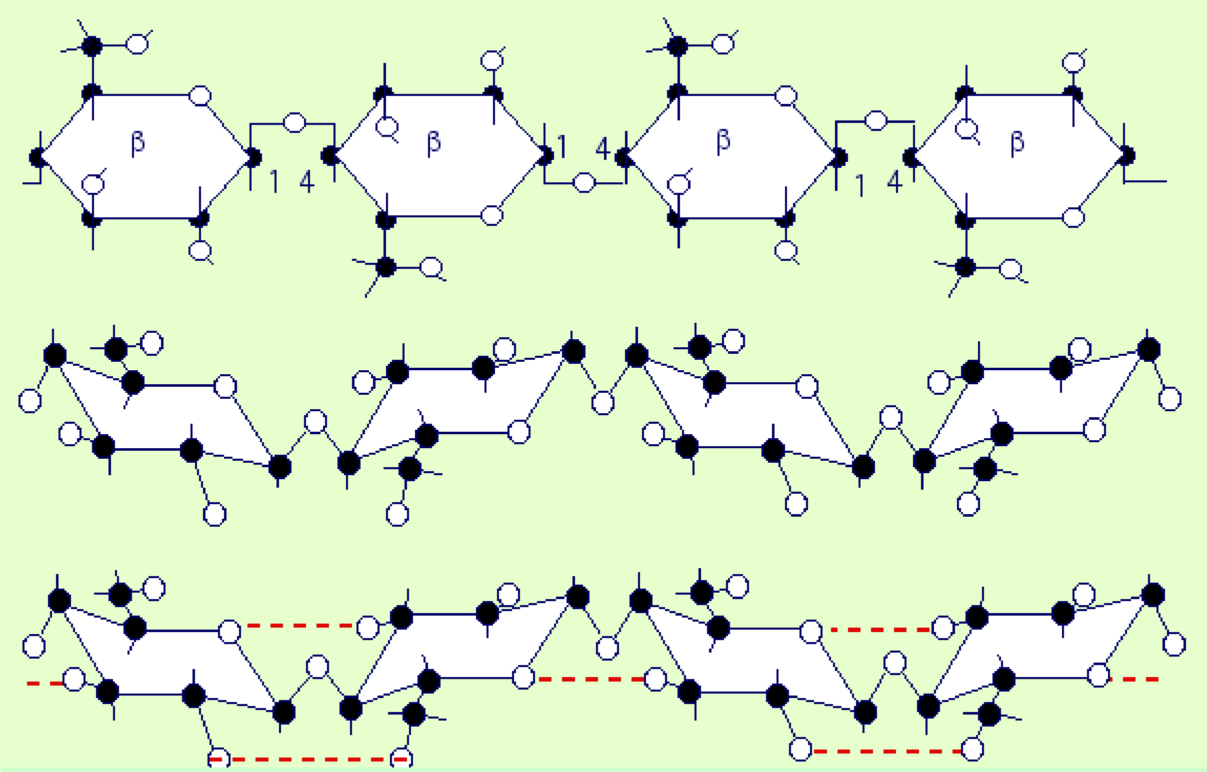
*** الزيلان: عبارة عن زيت خشبي، وهو مركب من قطران الفحم الحجري.

(1) B. Browning, Op cit, p.112.

(2) C. Marcel, D. Nicolas, **La cellulose,** Presse universitaire de France, s.d, p.5.

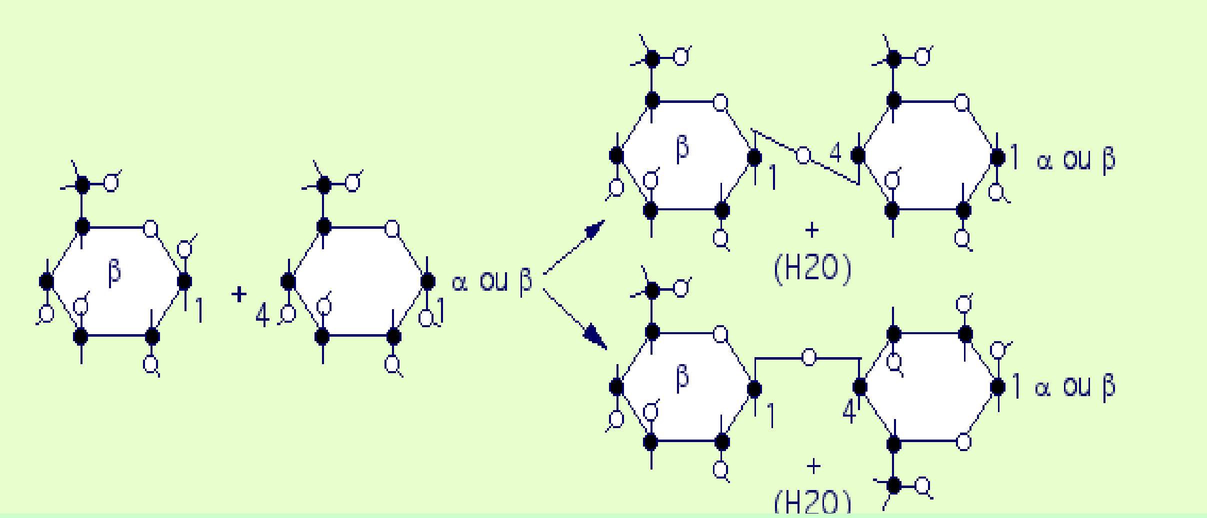
(3) W.R. Cote, **Cellular Ultra structure of Wood, plants,** Syracuse Univ press, New York, 1965, p.19.

يلاحظ على الكتلة الجزئية للسيليلوز بأنها جد كبيرة، وتتكون من سلاسل طويلة من مجموعات بسيطة الجزيئات (Monomère)، والتي تترتب على شكل ألياف[1].



الشكل رقم (2): التمثيل الكيميائي لجزيء السيليلوز(La cellulose).

عن: J.L. Morére, R. Pujol ، بتصرف.



الشكل رقم (3): التمثيل الكيميائي لجزيء السيليبواز(Celloboise) .

عن: J.L. Morére, R. Pujol ، بتصرف.

[1] J.R. Colvin, **the biosynthesis of cellulose, the formation of wood in forest trees,** Press A.C, s.d, 1964, p.189.

على العموم فإن جزيئات السيليلوز ليست حرة، لكنها تتجمع فيما بينها بواسطة روابط هيدروجينية عن طريق التغذية الكهربائية الداخلية (Inter- caténaires) مكونة بذلك ألياف صغيرة (Micro fibrilles) في أعلى درجات المقاومة، يتجمع السيليلوز مع البيكتين* (Pectine)، ممثلا بذلك المكون الأساسي للجدران الأولية، مؤمنا في آن واحد قساوة ومرونة الألياف[1] وفي الجدران الثانوية الليفية (ألياف الخشب)، فإن السيليلوز يتجمع مع مكون آخر ألا وهو مادة اللجنين.

يتجمع السيليلوز في سلاسل، والسلاسل في حزم من الميكروفبرلات (Micro fibrilles)، والتي توجد بها أماكن مرتبة وبلورية (Cristalline)، تتبادل مع أماكن أخرى أمورفية (غير متبلورة) (Amorphe) ، والميكروفبرلات تكون الألياف، وهذه بالتالي تكون الألياف السيليلوزية، وكنتيجة لهذا التركيب الليفي والروابط الهيدروجينية القوية فالسيليلوز غير ذائب في معظم المذيبات، ونظرا لطبيعة الروابط فيه فهو قوي الشد[2] ، وقد أمكن تأكيد التركيب البلوري للسيليلوز بدراسات الـشعة السينية وتحليل بطرق مبنية على أساس امتصاص الأشعة تحت الحمراء المستقطبة و الوحدة البنائية تضم أربع وحدات من الجلوكوز اللامائي أو عديم الماء (Glucose anhydre) وسلاسل السيليلوز فيها تقع بمستويات متوازية في المستوى الفراغي[3] .

I .1.1.1.5: الخواص العامة للسيليلوز:

يتميز السيليلوز بأنه لا يذوب في الماء، لأن طبيعة الروابط في هذه الوحدات تحدد قوة الارتباط للجزيئات، ونظرا لطبيعة الروابط الهيدروجينية والانتظام في نمط السلاسل، نجد السيليلوز ثابت بدرجة كبيرة من حيث قابلية الذوبان، وتصبح العوامل المذيبة له هي تلك المكونة لمركبات معقدة معه، مثل هيدروكسيد الأمونيوم النحاسي (hydroxyde cupramonium) والكادوسين[4] (Cadmium triethylenediamine).

هذه المحاليل القلوية تجعل السيليلوز ينفتح ولا يذوب، إلا أنها تسبب تحلل السيليلوز وتدهوره بصورة مختلفة، فعند درجات الحرارة المنخفضة، وفي جو مليء

*البيكتين: مادة ترافق الخلية و تشبه الصمغ الشفاف.

(1) J.R. Colvin, Op.cit, P 199.
(2) E. Sjöström, **Wood chemistry, fundamentals and applications,** Academic press, New York, 1980, p.181
(3) C Marcel, D Nicolas, Op.cit, p.8.
(4) J.R. Colvin, Op.cit, p.192.

بالأكسيجين تنكسر الروابط الجلوكسيدية من خلال تفاعل متسلسل تدخل فيه الأصول الحرة، أما عند درجات الحرارة العالية فإن المحاليل القلوية تقوم بتكسير الروابط الجلوكسيدية مباشرة.

هذا ويذوب السيليلوز في عديد من الأحماض المعدنية مثل: 72% من حامض الكبريتيك، و 41% حامض الهيدروكلوريك، و 85% حامض الفوسفوريك، ونتيجة اتصال هذه المحاليل مع السيليلوز تكون تدهور هذا الأخير، لذا عند المعالجة نتجنب هذه الأنواع من المحاليل[1] .

إضافة إلى ما سبق فإن بعض الكائنات البيولوجية تستطيع إذابة وإتلاف مادة السيليلوز بفعل خصائصها المدمرة، واحتوائها على بعض الإنزيمات الخاصة لهذا الغرض للاستفادة منه في التغذية[2] .

يتميئ السيليلوز كميا إلى جليكوز الذي صيغته الكيميائية $C_6H_{12}O_6$، ونجده بكميات مختلفة على حسب النوع، كما نجد هناك عنصر آخر متعدد التسكر (Polysaccharides) يتجمع تحت اسم الهيميسليلوز[3] .

I .2.1.5: الهيميسليلوز (Hémicellulose):

كما سبق يطلق اسم الهيميسليلوز على مجموعة من عديدات التسكر غير السيليلوزية الموجودة بجدار الخلية الخشبية، كما يطلق عليه تسمية البلويوز* (Polyoses) وهو عبارة عن هكسوز** (Hexoses) ، والذي له نفس المكونات الغذائية مع السيليلوز وصيغته الكيميائية ($C_6H_{10}O_5$)، ويختلف الهيميسليلوز عن السيليلوز في كونه مكون من عديد من الوحدات السكرية في سلاسل قصيرة متشعبة، والوحدات السكرية البنائية لها هي

(1) E. Sjöström, Op.cit, P 99.
(2) Ibid, P99.
(3) C. Marcel, D. Nicolas, Op.cit, P23.

* البلويوز: عبارة عن سكر طبيعي ينتج من خلال تكثف كمي للسكريات غير القابلة للذوبان في الماء.

** هكسوز: عبارة عن نوع من السكريات الذي يحتوي على 6 ذراة من الكربون.

وحدات سكر ناقصة لجزيئي ماء، وتنقسم إلى عدة مجاميع تختلف عن بعضها البعض من حيث خصائصها البنائية، مثل البنتوز* (Pentose) والهيكسوز (Hexose) [4].

بعد أن يتميئ السيليلوز يعطي مكون آخر بصيغة (C_6) مبدئيا هي صيغة المانوز (Mannose)، ويتميز السيليلوز بأن له كتلة جزيئية ضعيفة[1] .

في الجدران الثانوية الليفية (ألياف الخشب)، فإن السيليلوز يتجمع مع مكون آخر وهو اللجنين.

I .3.1.5: اللجنين (Lignine):

مادة اللجنين أو كما تسمى أيضا اللجنينات، عبارة عن مركب متعدد الأصول أو مكثف، أو مادة مركبة الجزيئات (Polymère)، وهي مادة جد معقدة ومتغايرة الخواص[2]، تتسرب اللجنين في المساحات أو الفراغات التي بين الألياف، و تعوض الماء في الجدران الأولية والثانوية لبعض الخلايا أو النسيج الخشبي، وتمثل هذه المادة قسم هام من كتلة المادة الحية، حيث تتكون من خلال تكثيف أو بلمرة ثلاث عناصر كحولية[3] .

- كحول السينيبانين (L'alcool sinapylique)
- كحول كونيفيريليك (L'alcool coniférylique)
- كحول كوماريليك (L'alcool coumarylique)

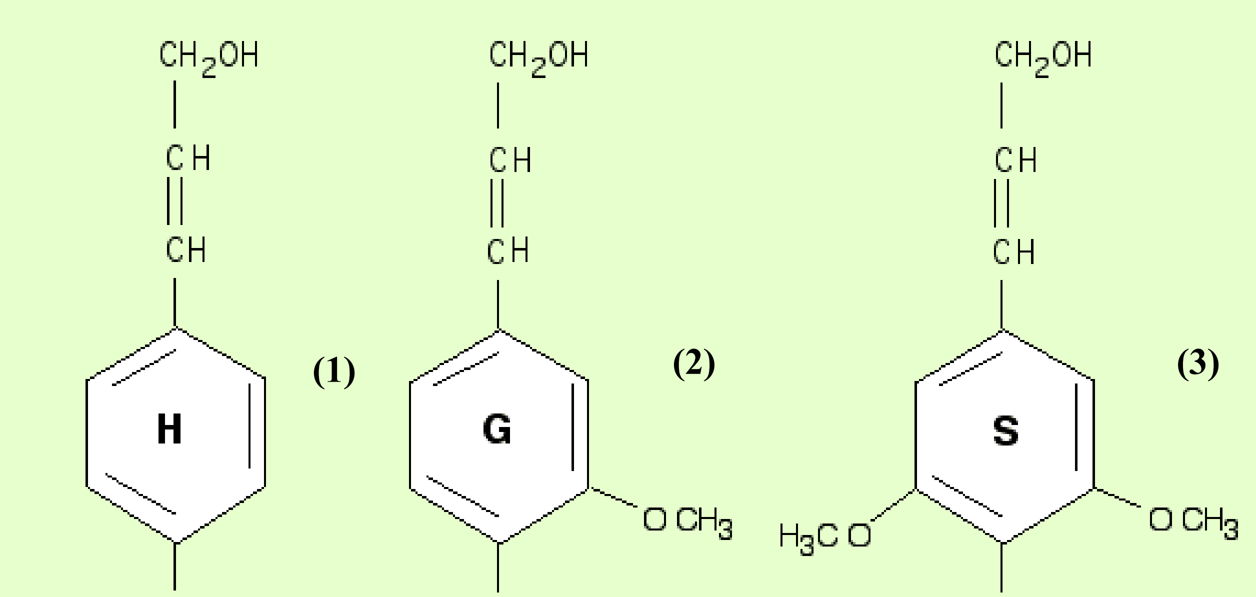
I .1.3.1.5: التركيبة الكيميائية لهذه الكحولات:

يمكن إعطاء البناء الكيميائي والتركيب المورفولوجي لجزئي اللجنين الطبيعي وفق الصيغة الكيميائية التالية: $C_9\, H_{7.16}\, O_{2.44}\, (OCH_3)1.36$

إلا أن هذه الصيغة تتغير بتغير نوع الخشب، بل إن دخول عنصر بسيط في التركيبة أو زيادة في التركيز يغير التركيبة الأصلية تمام[4] (الشكل رقم:4) .

*البنتوز: عبارة عن نوع من السكريات الذي يحتوي على 5 ذراة من الكربون.

(4) C. Marcel, D. Nicolas, Op.cit, p. 36
(1) A Stamm, **wood and cellulose science**, Roland press, New York, 1964, p. 109
(2) J.L. Morere, P. Raymond, **Dictionnaire raisonné de biologie**, Edition Frison Roche, 2003, p. 659.
(3) Freedenberg (K), **the constitution and biosynthesis of lignin,** Springer overlays, New York, 1968, p.44.
(4) J.L. Morere, P. Raymond, Op.cit, p. 662.



الشكل رقم (4): التمثيل الكيميائي للكحوليات الثلاث الأساسية المكونة لجزيء اللجنين.
" (1): كحول الكوماريليك،(2): كحول الكونيفيريليك،(3): كحول السيناب "

عن: J.L. Morére, R. Pujol ، بتصرف.

I .2.3.1.5: خواص اللجنين:

بالنسبة للتحليل الكيميائي لعناصر اللجنين فإنها تحتوي على نسبة كربون ما بين 60% إلى 65% حسب نوع الخشب، وهذا راجع إلى محتوى الأوكسجين العالي، وهذا الآخر يكون نتيجة لمجاميع الميتوكسيل العديدة التي تتراوح ما بين 16% إلى 22% [1].

يلاحظ انه يتواجد دائما مع اللجنين بقايا عديدات التسكر، وهذا التواجد يكون بصفة مركبة ومعقدة[2].

تمتص مادة اللجنين الأشعة فوق البنفسجية، وهذا يتوقف على صفاته من حيث مجاميع البروبان الفينوي والعناصر البنائية له، كما هو الحال عند امتصاص الأشعة تحت الحمراء، إلا أنه يتم في مناطق محددة، وحينها يتشكل ويتشوه المثيل في الميتوكسيد، بالإضافة إلى ذبذبات الحلقة العطرية[3].

---

(1) D. Fengel, G. Wegner, Op.cit, p.121.
(2) Ibid, p.122.
(3) J.L. Morere, P. Raymond, Op.cit, p. 660.

يذوب اللجنين بفعل عاملين هامين هما: طاقة الروابط الهيدروجينية، وكثافة طاقة اللصق، والمذيبات التي يمكن أن تأثر على مادة اللجنين بالذوبان هي[4] :

- الدايوكسين.
- ديمتليسي فوكسيد (Diméthylsul foxide).
- الفورماميد.
- أثيلونوفليكول- مونومثيلتر- (Monomet hyléther- Ethylén- Eglycol).
- أستيل بروميد (Cétylbromide).

I .4.1.5: المستخلصات الخشبية (Extraction de bois):

تعرف المستخلصات الخشبية بصورة عامة على أنها تلك المركبات الموجودة في النسيج الخشبي القابلة للذوبان في الماء، والمذيبات العضوية، ويتباين تواجد هذه المستخلصات في البنية الخشبية على حسب نوع الخشب، وظروف نموه، والوسط المتواجد فيه، حيث تتراوح مابين 1% إلى 25% كحد أقصى[1] ، ومن بينها:

I .1.4.1.5: التربينات والتربينويدات (Les terpines et les terpinols):

التربينات عبارة عن هيدروكربون، والتربينويدات عبارة عن هيدروكربون يحمل مجاميع فعالة مثل "COOH"[2] .

I .2.4.1.5: زيت الخشب المتطاير (Huile de bois volatile):

وهي مادة تتكون من التربينات الأحادية، وبعض الأحماض مثل حمض ألثويا والتويابليكان، وهذه الأحماض أساسية في جعل الخشب مقاوما للنمل الأبيض[3] .

I .5.1.5: الشموع والدهون:

(4) D. Fengel, G. Wegner, Op.cit, p.130.
(1) W.E. Hillis, **Formation and properties of some wood extractives,** Academic press, New York, 1972, p.89 .
(2) Ibid, p.89.
(3) Ibid, p.90.

لا يتعدى محتوى الخشب من الدهون 0.4%، في حين أن المحتوى من الشموع يتراوح ما بين 0.09% إلى 8% من الوزن الجاف للخشب، وتوجد أحماض دهنية وكحولات، ومعظم الأحماض الدهنية في الخشب مشبعة، وتضم ما بين 16 إلى 22 ذرة كربونية، وفي المتوسط تضم حوالي 18 ذرة، ومن أمثالها أوكتاديكاترينيك (Actadécatrienique)، كما توجد كحولات حرة أو مرتبطة بالشموع[1] .

6.1.5.I: المكونات غير العضوية:

توجد مكونات غير عضوية في الأخشاب، وهي تظهر في الرماد خلال التحليل الكيميائي للعينات الخشبية، هذا والمحتوى المعدني للأخشاب ضئيل لا يتجاوز 1%، ومعظم مكونات الرماد من الكالسيوم والبوتاسيوم والمغنيزيوم، وفي معظم الأخشاب فإن الكالسيوم يصل إلى 50% من جملة المحتوى المعدني[2] .

7.1.5.I: تكوين المكونات الكيميائية بالنسيج الخشبي:

إن إدراكنا لطبيعة تركيب الجدار الخلوي والنسيج الخشبي يقودنا مباشرة إلى تصور مدى تعقد عملية تكوين وتخليق التراكيب الكيميائية المعقدة، من خلال عملية البلمرة* (Polymérisation) العالية، لتعطي في النهاية النسيج الخشبي المتعدد الاستعمالات، إذ أن أي نظام مقترح لشرح هذه العمليات يجب أن يأخذ في الحسبان كيفية وضع وترتيب سلاسل السيليلوز مع الهيميسليلوز و اللجنين المختلفة بالنسيج الخشبي. إذ أن مادة السيليلوز وحدها لها طريقتان في التكوين، ففي الجدار الابتدائي يتكون سيليلوز منخفض الوزن الجزيئي(Poids spécifique) ذو درجة بلمرة من 200 إلى 600، في حين أن السيليلوز بالجدار الثانوي تصل درجة بلمرته إلى 1300[3] .

تتكون الكربوهيدرات المكـونة للجـ ـدار الخلـوي بفعل النيوكليوتيدات* السكرية

[1] G.W. Hearle, **the fine structure of fibers and crystalline polymers,** Interscience, New York, 1963, p. 32.
[2] D Fengel, G. Wegner, Op.cit, p.142.
* البلمرة: اتحاد عدة جزيئات لتكوين جزيء كبير.
[3] C. Marcel, D. Nicolas, Op.cit, p.15.
*النيوكليتيدات السكرية: عبارة عن مكونات سكرية لقاعدة الأحماض النووية.

(Sucre nucléotides)، وهذه الأخيرة تتكون عن طريق الترابط بين مادتي البيرين (Purine) أو البيريميدين (Pyrimidine) والسكريات، وهذه المجموعات بدورها يتم أسترتها** بحمض الفوسفوريك[4] .

يعتبر الهيميسليلوز من بين النيوكليوتيدات، وعليه فإن المادتين السابقتين (البيرين، البيريميدين) وعديدات التسكر الأخرى يتم تخليقها خارج السيتوبلازم في منطقة غشاء البلازما (Membrane du plasma)، في مواقع تكوين الميكروفبرلات، ويتم تخليق السيليلوز في المنطقة؛ عند تلاقي الجدار الخلوي مع غشاء البلازما، في حين أن الجلوكوز يتخلق في السيتوبلازم بإنزيمات سيتوبلازمية[1] ، وبعدها ينتقل مباشرة إلى السلاسل النامية، ثم إلى تحت وحدات (Sub-unités) السيليلوز، وهذه السلاسل ترتبط معا بالروابط الهيدروجينية لتكون فبرلات، ويتدخل في ذلك عوامل إنزيمات مساعدة، وعليه فإن تخليق السيليلوز يتم بصفة حيوية[2] .

أما التخليق أو النشوء الحيوي لمادة اللجنين؛ يرجع بالدرجة الأولى إلى دور كحول الكونيفريل (Alcool coniférylique) والكلوكوز عن طريق عديد من التفاعلات الإنزيمية، التي يقوم بها إنزيم البيروكسيداز (Peroxydase)، وهو نفسه الإنزيم المسئول عن تحول كحولات الكوماريل (Alcool coumarylique) إلى لجنين، حيث يتفاعل النشاط الإنزيمي مع الجلوكوز المتكون من خلال عملية التركيب الضوئي[3] .

**الأسترة: يعبر عن عملية الأسترة من خلال تفاعل حمض عضوي مع كحول ليعطي أستر + ماء.

(4) J.R. Colvin, Op.cit, p.195.

(1) C. Marcel, D. Nicolas, Op.cit, p.41.

(2) Ibid, p.41.

(3) Ibid, p.41.

2.5. I: الخصائص الفيزيائية:

1.2.5. I: الكتلة الحجمية أو الكثافة:

تعرف الكثافة الخشبية من خلال الكتلة الحجمية في كمية من الرطوبة تقدر بـ 12%، وتختلف الكتلة الحجمية بين الأنواع الخشبية المختلفة، بل وفي نفس النوع، حيث تؤثر فيها شروط ووسط نمو الشجرة، وتقاس الكتلة الحجمية بوحدة قياس هي الكيلوغرام على المتر المكعب(كلغ/م^3)، وفي الغالب تنحصر الكتلة الخشبية ما بين 80كلغ/م^3 إلى 400 كلغ/م^3 ، وربما تتجاوز في بعض الأحيان 1300كلغ/م^3 [1] .

الخشب الوريقي	الكتلة الحجمية كلغ/م^3	الخشب الراتنجي	الكتلة الحجمية كلغ/م^3
البتولا (Bouleau)	700إلى650	لاريس (Mélèze)	650 إلى500
الكستنة (châtaignier)	750إلى550	الأبيسة (Epicéa)	500 إلى400
البلوط (chêne)	800 إلى650	لريس (Mélèze)	550 إلى700
الزان (Hêtre)	750 إلى600	التنوب (Sapin)	650 إلى450
الدردار (Orme)	750 إلى550	الصنوبر البحري (Pin sylvestre)	400 إلى700
الحور (Peuplier)	600 إلى400		

الجدول (رقم:01) : الكتلة الحجمية (الكثافة) لبعض الأنواع الخشبية.

2.2.5. I: الحجم الفراغي:

يسمى الحجم الفراغي؛ ذلك الحجم الذي لا تشغله مواد الجدار الخلوي، وهو الحجم الجزئي من الحجم الكلي لقطعة الخشب، و يمثل حجم الفراغات الكلية للقطعة الخشبية[2] .

---

(1) G.M. Dominique, Op.cit, 1990, p.59.

(2) Y. Benoît, **Le guide des essences de bois,** CTBA, Edition Eyrolles, 1997, p.21.

I .3.2.5: رطوبة الخشب:

يقصد برطوبة الخشب محتوى أو كمية الرطوبة لقطعة خشبية، والتي تمثل كمية الماء المحتواة في الجدران الخلوية، وفي المساحات الفارغة[3] .

تختلف كمية الرطوبة بحسب عاملي الحرارة ورطوبة هواء المحيط، وهذا الاختلاف يؤثر على الوزن، و الأبعاد، و الديمومة والخصائص الميكانيكية[1] .

يحتوي الجذع الخشبي على 80% من الماء، والفراغ الموجود بين الخلايا يكون مملوء بالماء الحر، الذي يتبخر تدريجيا دون أن يحدث اعوجاج للجذع، ولا يبقى إلا الماء الرابط الذي يكون مغموس في جدران الخلايا، واختلاف تركيز هذا النوع من الماء يؤثر على ظواهر الانقباض، والانتفاخ، والاعوجاج. ونميز أربع حالات للرطوبة الخشبية[2] .

- حالة لا مائية (Anhydre): وحينها الرطوبة تساوي 0% ($H=0\%$).
- حالة من نصف جافة إلى جافة: وتكون نسبة الرطوبة أكبر من الصفر، وأقل من 30% ($0<H<90\%$)، وفي هذه الحالة يوجد الماء في جدران الخلايا، لكنه ينعدم في المسامات (حالة استعمال الخشب).
- حالة التشبع التام: في هذه الحالة تفوق نسبة الرطوبة 30%، وهذا ما يفسر أن المسامات مملوءة تماما بالماء.

I .4.2.5: ظاهرة الادمصاص* (Adsorption):

ونعني بظاهرة الادمصاص عملية أخذ غاز أو سائل في حالة بخارية، أو ذائبة ليدخل إلى التكوين الداخلي لمادة مسامية، وتحدث هذه العملية بفعل قوة قوى الجذب بين

---

(3) G.M. Dominique, **Construction avec le bois,** collection technique de conception, Edition le moniteur, Paris, 1999, p.39.
(1) G.M. Dominique, Op.cit, 1990, p. 60.
(2) H.G. Karl, H. Dieter, et al, Op.cit, p. 26.

* ظاهرة الادمصاص: تعني هذه الظاهرة عملية أخذ سائل داخل فراغات جسم مسامي بصورة ميكانيكية عن طريق القوى الشعرية. أو هي عملية أخذ غاز أو سائل (في حالة بخارية)، أو ذائب من محاول ليدخل إلى التكوين الداخلي لمادة مسامية، أو مسحوق ناعم، أو مادة غروية منتفخة، وتشير هذه العملية إلى أن قوة قوى الجذب بين السطح الذي يتم عليه الادمصاص و بين المادة المدمصة أقوى من القوى الداخلية الرابطة بين هذه المادة بعضها ببعض. وتختلف هذه الظاهرة عن ظاهرة الامتصاص المعروفة.

السطح الذي يتم عليه الادمصاص وبين المادة المدمصة، وتكون هذه القوة أقوى من القوة الداخلية الرابطة، وعادة ما يصاحب عملية الادمصاص انبعاث طاقة حرارية فيتم تفاعل بين سطح الادمصاص والمادة المدمصة، ليكون روابط تعاونية، وتسمى هذه العملية بالادمصاص الكيميائي[3] (Chimio-adsorption) ، وتكون هذه الروابط عبارة عن روابط هيدروجينية، ويتميز الخشب بهذه الظاهرة لكونه مادة مسامية، وعند حدوثها فإن الماء يدخل إلى فراغات الجدران الخلوية، ويضيف حجم آخر إلى حجم النسيج الخشبي عن طريق تكوين سائل جامد، (Solution solide)، هذا ما يزيد من انتفاخ الأخشاب، وبهذا تصبح مساحة سطح التلاقي أكبر بألف مرة قدر الفراغات الميكروسكوبية[1] .

I .5.2.5: الانتفاخ والانكماش (Gonflement et retrait):

ينتج عن انتفاخ وانكماش الأخشاب تغير في الأبعاد الخشبية، بسبب تغير الرطوبة والتي تدفع بزيادة الأبعاد الأولية أو الأصلية، أو انخفاضها وإنقاصها، وتتم هذه العملية بامتصاص الماء فيحدث الانتفاخ، وفقدانه يحدث الانكماش، ويتم الامتصاص والفقدان على مستوى المناطق السيليلوزية وعديدات التسكر، وبالتحديد في المناطق الأمورفية من الميكروفبرلات[2] حيث تؤخذ جزيئات الماء وترتبط بروابط هيدروجينية على أسطح السلاسل السيليلوزية وبينها، وعلى أسطح المناطق البلورية وبينها، وبهذا ينتج الانتفاخ والانكماش في اتجاهات عمودية على محور الميكروفبرلات (وهو محور المناطق البلورية للسيليلوز)، ويظهر هذا التغير البنيوي على شكل الخشب في مختلف الاتجاهات، وعلى حسب نسيج الحلقات والألياف، وبالتالي يؤثر على الكتلة الحجمية، ذلك أن الخشب مادة إستطربية[3] (Hygroscopique).

I .6.2.5: الخصائص الحرارية:

التعرف على هذه الخاصية مهم جدا في الإلمام بجزء في غاية الدقة، من حيث المكونات وتفاعلاتها، حيث أن رفع حرارة الجسم الخشبي يصاحبه تباعد بين الجزيئات

(3) K. Gérard, Op.cit, p. 418.
(1) K .Gérard, Op.cit, p .418.
(2) H.G. Karl, H. Dieter, et autres, Op.cit, p.27.
(3) Ibid, p .419.

المكونة، وهذا يؤدي إلى زيادة في الأبعاد الطولية، وزيادة في الحجم، أو كما يسمى التمدد الطولي، ويكون في الاتجاه الموازي للألياف والاتجاه العمودي، غير أن في الاتجاه الأول يكون التمدد الطولي في الاتجاه القطري و المماسي، حينها يزيد الوزن النوعي[4] . وهذا التباين راجع إلى التركيبة التشريحية للخشب، حيث أنها تضم ما يقارب 48% من مادة السيليلوز، والزيادة في درجة الحرارة يؤدي إلى جفاف السلاسل الجزئية للمكونات الأساسية، وبعدها تظهر التصدعات والتشققات[1] ، وما الطاقة الحرارية للأخشاب إلا تعبير عن كمية الطاقة الحرارية اللازمة لإحداث تغيير نوعي في الطاقة الحرارية للجزيئات المكونة للمادة الخشبية، وهذه الطاقة تظهر في صورة درجة حرارة، ويعبر عنها بوحدات حرارية كالوري* (Kcal)، أي أن الخشب له خاصية التمدد و الناقلية الحرارية[2] .

I .7.2.5: صورة الماء في الأخشاب:

تحتوي البنية الخشبية على كمية معتبرة من عنصر الماء، ويوجد الماء داخل تركيبة النسيج الخشبي على شكل جزيئات مرتبطة بالمكونات الكيميائية للخشب، كالسيليلوز والهميسيليلوز بروابط هيدروجينية، وهو على عدة أنواع[3] .

I .1.7.2.5: الماء المكون (التكويني) (Eau de constitution):

يدخل هذا النوع من المياه في تكوين الأخشاب، ولكنه ليس ماء في صورته الفعلية التي نعرفها، إنما هو عبارة عن جزيئات مختلفة مع المكونات الأساسية للأخشاب، ولا يظهر إلا عند رفع حرارة الأخشاب، حيث يتم انفصال مجاميع الهيدروكسيد التي تكون فوق سطح مادة السيليلوز، وعند التجميع تظهر جزيئات الماء.

I .2.7.2.5: الماء المرتبط بالأسطح

---

[4] Y. Benoît, Op.cit, p. 39.
[1] G.M. Dominique, Op.cit, 1999, p .60.

*وحدات حرارية كالوري: وحدة قياس سعرات الطاقة.

[2] A. Komar, **Matériaux et éléments de construction,** Imprimé en Union Soviétique, Moscou, URSS, SD, p.372.
[3] A. Stamm, **wood and cellulose science,** Roland press, Nez York, SD, P156.

يلاحظ في هذه الحالة أن الماء مرتبط بالسطح الخشبي على شكل طبقة وحيدة الجزيئي، أو يكون ممص على شكل طبقة عديدة الجزيئات، ويتم هذا الارتباط بفعل القوى البكترستاتيكية (وهي عبارة عن روابط هيدروجينية وروابط فانديرفال)، ويصطلح عليه بالماء المرتبط بالسطح.

I .3.7.2.5: الماء المتكثف شعريا.

في هذه الحالة فان الماء يتكثف في الفراغات الشعرية الدقيقة التي تكون 2% من حجم الجدار الخلوي، ويتحرك بحسب الخاصية الشعرية في الفراغات المتناهية الصغر (حتى حجم الجزيئات) بالجدار الخلوي، ويسمى في هذه الحالة بالماء المتكثف شعريا (Eau de condensation capillaire).

I .2.7.2.5: حركة الماء في الأخشاب:

في الواقع أن حركة الماء في الأخشاب يمكن أن ينظر إليها من منظور مكون من شقين[1] .

- أولهما ما فوق نقطة تشبيع الألياف: حيث الجدران الخلوية كلها مشبعة بالماء، والماء الحر يشغل الفراغات، وحركة الماء تكون بصورة أكبر في الفراغات الشعرية، وهذا لا يعني أن جميع فراغات الخشب الدقيقة تحتوي ماء بالضرورة.

- أما الشق الثاني لحركة الماء في الأخشاب: فهو حركتها تحت نقطة تشبع الألياف، وهذا عبارة عن حركة ماء مرتبط بالأسطح الخشبية داخل الجدار الخلوية عبر تدرج رطوبي واضح، أما الماء في صورته البخارية يمكنه الحركة سواء تحت نقطة تشبع الألياف أو فوقها، كما أن حركة الماء بالخاصة الشعرية تعتمد على حجم الفراغات الشعرية، فكلما قل قطر الفراغات الشعرية كلما زادت قوة جذب الماء وارتفاعه فيها، وعليه فإن حساب حركة الماء الشعرية من الصعب قياسها، نظرا لتفاوت حجم الفراغات بالجدار الخلوي ودور الأغشية[2] .

---

(1) السيد عزت قنديل (عطا الله أحمد)، المرجع السابق، ص 177.

(2) F. Kolmamm, W .Coté, **principles of wood science an technology,** springs, New York, 1968, p. 73.

I .8.2.5: تأثير الأحماض والقلويات والأملاح على الخشب:

بصفة عامة، فإن الأحماض والقلويات تلعب دورا جد هام في تلف الخشب، فكلما زاد تركيز هذه المواد كلما زاد تأثيرها الهدام، وعليه فإن الخشب يتأثر عندما يكون تركيز الحمض يزيد أو يساوي 2، (PH≤2).[1]

ومن الملاحظ أن الخشب الراتنجي عكس الخشب الوريقي، له خاصية استقرار عالية أمام الأحماض التالية: حمض الكبريت (Acide sulfurique)، حمض النتريك (Acide nitrique)، حمض الكلوريديك، حمض الخلات (Acide acétique)، و هيدروكسيد الصوديوم (Hydroxyde de sodium).[2]

لا يحافظ الخشب على استقراره في الوسط المالح كماء البحر، ولا في وسط به نسبة من البكتيريا، كالمياه الراكدة أو مياه الصرف[3] .

I .9.2.5: الخصائص الصوتية للأخشاب:

تتضمن حركة الموجات الصوتية داخل الأخشاب أربعة ثوابت هي: سرعة الصوت وتردده (طبقته)، طول الموجة، ارتفاع قيمة الذبذبات (حدة الصوت)، وبمجرد طرق قطعة خشبية بجسم صلب يحدث بهذه القطعة الخشبية اهتزازات عند ترددها الرنيني وهذه الاهتزازات تبث موجات تنتشر في الهواء المحيط بالقطعة الخشبية، وعكس هذا يمكن أن يحدث، بمعنى أن وجود موجات صوتية في الوسط المحيط بالقطعة يحدث اهتزازات في جسمها المرن، ويعاد بثها في الهواء المحيط بها، وهكذا حتى تمتص طاقة الاهتزازات تماما[4] .

(1 W· Ruse, **Le bois en architecture extérieure,** traduit de l'Allemand Delta (s), Edition le moniteur, 1981, p.82.
(2) A Komar, Op.cit, p. 372.
(3) Ibid, p. 372.
(4) H.P. Brown, **Text book of wood technology,** commercial wood of United States, 1952, p. 193.

I .3.5: الخصائص الميكانيكية:

باعتبار الخشب حزمة من الأنابيب الميكروسكوبية المتكتلة والمتجمعة بفعل مواد لاصقة طبيعية، وموجهة في اتجاه مفضل، فانه ينتج عن ذلك بنية ذات خواص ميكانيكية مميزة، حيث أن الخشب يمتاز بمقاومته في الاتجاه الشعاعي موازاة مع الألياف، منه في الاتجاه العرضي (طوليا مع الألياف).

وباعتبار الخشب مادة بيولوجية، فإن خصائصه الميكانيكية مختلفة على حسب الأنواع، بل حتى في نفس النوع، هذا ما يؤثر على التعرف وإحصاء مقاومة البنية.[1]

وباعتبار أن الخشب مادة متباينة الخواص (Anisotrope)، فإن المقاومة الميكانيكية تختلف باختلاف الخواص الفيزيائية، كالكتلة الحجمية، فكلما كانت الكتلة الحجمية مرتفعة ازدادت المقاومة، وكذا تأثير الرطوبة، حيث أن ارتفاع درجة الرطوبة نتيجة حتمية لنقص المقاومة الميكانيكية[2] ، كما أن مادة الخشب تتميز ببعض الخصائص الميكانيكية الأساسية، التي تميزها عن باقي مواد البناء الأخرى، هذا ما يجعلها واسعة الاستعمال في العمائر والبناءات الأثرية، وكذا الأدوات المختلفة، ومن بين هذه الخصائص نجد.

I .1.3.5: المرونة:

يتميز الخشب من الناحية الميكانيكية بخاصية المرونة، وتظهر عندما نضع ثقل معين على قطعة خشبية، فإن هذه القطعة تتأقلم مع الثقل إلى حد ما، ثم تفقد مرونتها فتتصدع أو تنكسر، ولكن عندما يكون الثقل ملائم لدرجة المرونة، فإن الخشب يجد الشكل المناسب لتحمل هذا الثقل، وبعد نزع الثقل يقوم الخشب باسترجاع شكله الأولي، لكن ليس في كل الظروف، فعندما يزيد الثقل عن درجة المرونة، وحتى يظهر اعوجاج على سطح الخشب، ويدوم هذا الثقل مدة زمنية معينة، فإنه يستقر على شكل المعوج حتى ولو نزعنا

---

(1) T. Bresson, **Maison de bois, architectures scandinave,** 2eme éd, Dunod, 1986, p. 23.
(2) G.M. Dominique, Op.cit, 1999, P69.

الثقل، ويحدث الاعوجاج داخل البنية، حيث تتفكك الألياف عن بعضها البعض، وتخرج المواد الرابطة، أي تجف وكأننا نقوم بعصر البنية الخشبية، وهنا نكون قد أجهدنا الخشب وتجاوز الثقل حدود مرونته[3] .

تتأثر هذه الخاصية بنسبة الرطوبة، حيث أن العلاقة تكون طردية، أي أن كلما زادت نسبة الرطوبة الخشبية تزيد درجة المرونة، ذلك أن زيادة الرطوبة يؤدي إلى انتفاخ الألياف أي (التشبع)، وعندما يكون الضغط تفقد الألياف الماء الزائد عنها، وتتأقلم مع الضغط أو الثقل الموزع على الألياف، والعكس صحيح[1] .

I .2.3.5: مقاومة الضغط:

يتعرض الخشب إلى مجموعة من القوى الخارجية من بينها الضغط، ويستقبل الخشب هذا الضغط ويوزعه على حسب طول الألياف أو العكس، أي في الاتجاه العرضي، وعليه فان نميز نوعين من الضغط، الأول موزع بالتوازي مع المقطع العرضي، و الثاني يقاطع هذا المقطع ويوازي المقطع الطولي[2] .

حـدود مقاومة الخشب للضغط في الاتجاه الطولي في نسبة رطوبة 15% تختلف ما بين 300كلغ ليفي/سم^2 إلى775كلغ ليفي/سم^2، على حسب نوع الخشب، أما في الاتجاه العرضي أو (الشعاعي) يتراوح ما بين 40كلغ ليفي/سم^2 إلى 256كلغ ليفي/سم^2 [3] .

تتأثر عملية توزيع الضغط بنسبة الرطوبة، وكذا تواجد العقد، هذان العاملان يقللان من نسبة تحمل البنية الخشبية للضغط، حتى ولو كانت العقد في حد ذاتها أشد مقاومة من البنية الخشبية، لكن تنتج على مستوى مساحتها نوع من التشققات و التصدعات، ومع التجفيف تنزع من مكانها[4] .

I .3.3.5: مقاومة التمدد:

تستطيع البنية الخشبية بمقاومة عملية التمدد، ويتم ذلك بصفة جد عالية في الاتجاه الطولي للألياف لمعظم الأنواع الخشبية، وهي تقاس بالكلغرام على السنتمتر

---

[3] K.H. Gotz, D. Hoor, et autres, **Construire en bois,** traduit de l'allemand, Edition du Moniteur, 1983, p. 72.
[1] A. Komar, Op.cit, p. 374.
[2] M. Suzuki, **Maisons en bois en Europe (exemple traditionnels),** Edition Eyrolles, Paris, 1980, p. 51
[3] T. Bresson, Op.cit, p. 26.
[4] Y. Gasc, R. Delporte, et autres, **les charpentes en bois,** Edition Eyrolles, s.d, p. 86

المربع(كلغ/سم^{2})، وعلى العموم فهي تقدر ما بين 100 إلى 1900كلغ/سم^{2}، وتتأثر هذه الخاصية بخصائص النمو، وهي بنفس درجة التأثر بالرطوبة مثل الخاصية السابقة(5) .

I .4.3.5: مقاومة الالتواء:

الخشب مادة مقاومة لقوى الالتواء، هذا ما يبرر استعماله في البناءات ذات الأثقال المختلفة، والتعرف على هذه الخاصية يؤدي بنا إلى معرفة مدى صلابة الجسم الخشبي، وينتج الالتواء عن طريق إحداث قوى في اتجاه مضاد لنهاية الجسم، حيث تتعرض الألياف للالتفاف في شكل حلزوني حول المحور، وعند الالتفاف الشديد تميل إلى الضغط على القطاعات المركزية في المحور، ومع زيادة التشوه والالتواء فإن ارتباط الألياف جانبيا ينتج عنه تفكك وانزلاق بعضها عن بعض حتى تتقطع(1) .

I .5.3.5: العوامل المؤثرة على الخصائص الميكانيكية للأخشاب:

لاشك أن الخصائص الميكانيكية الخشبية تتأثر ببعض العوامل الأخرى التي إما تزيد من نوعيتها، أو تنقص منها.

I .1.5.3.5: الكثافة وعلاقتها بالخصائص الميكانيكية:

إن السلوك الميكانيكي للأخشاب ما هو إلا عبارة عن ناتج تأثيرات عوامل داخلية في البنية الخشبية، فالتركيب التشريحي والكيميائي لهما علاقة تأثير مباشرة على كتلة الجدران الخلوية التي تمثل الكثافة، والكثافة بدورها مؤثر رئيسي على كافة الخواص الميكانيكية للأخشاب.

I .2.5.3.5: ظروف النمو:

(5) G.M Dominique, Op.cit, 1999, p. 71.
(1) T. Bresson, Op.cit, p. 26.

يختلف الخشب باختلاف ظروف وشروط نموه، حيث يتأثر من حيث انتظام الألياف والحلقات السنوية، كما أن ثوابت المرونة تختلف كلما كان اتجاه الألياف منحرفا عن اتجاهها الرأسي مع المحور[2] .

I .3.5.3.5: المحتوى الرطوبي:

يؤثر المحتوى الرطوبي بدرجة كبيرة على الخواص الميكانيكية، خاصة تحت نقطة تشبع الألياف، ويلاحظ أن معظم الخواص الميكانيكية للأخشاب تنخفض مع ارتفاع المحتوى الرطوبي، ماعدا خاصية المرونة[1] .

I .4.5.3.5: درجة الحرارة:

تؤثر درجة الحرارة سلبا على الخواص الميكانيكية للأخشاب، حيث تنخفض المتانة مع ارتفاع درجة الحرارة، وتزيد مع البرودة بصورة سريعة ومباشرة، وإن كان التعرض للحرارة المرتفعة لفترات طويلة له تأثير على المركبات الكيميائية للجدران الخلوية مما يخفض من درجة المتانة، وعند ثبات الرطوبة فان العلاقة بين المتانة ودرجة الحرارة علاقة استقامية حتى 100م°، والتأثير بخفض الخصائص الميكانيكية لا يكون دائما، ويلاحظ أن التأثير الدائم في درجة الحرارة العالية بخفض المتانة يرجع إلى تكسير المركبات الكيميائية للجدار الخلوي[2] .

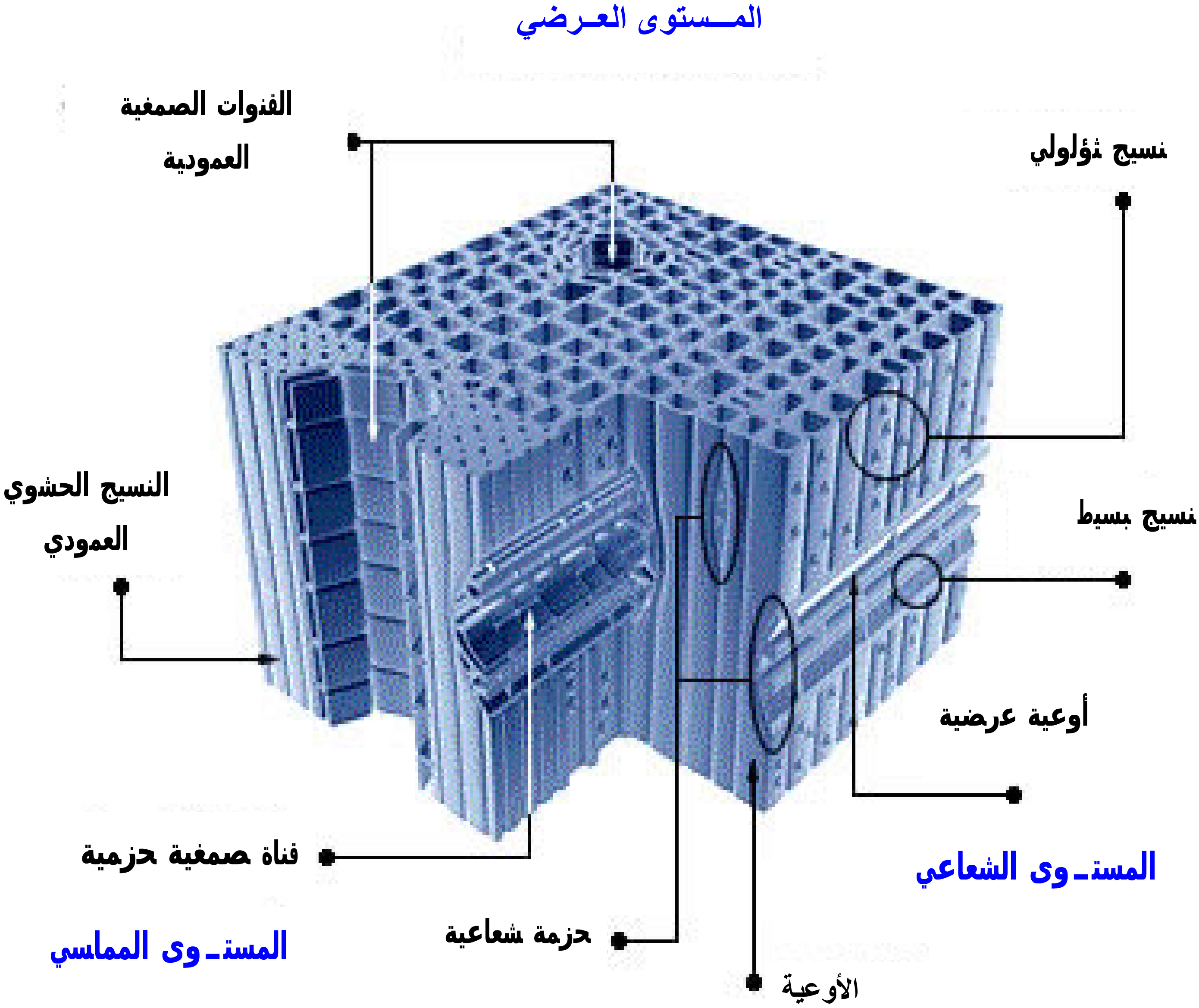
I .5.5.3.5: الإشعاعات النووية:

تحدث جرعات أشعة قاما العالية، والنيترونات تدهورا في بنية الخشب إذا زادت عن ميجاراد واحد (Mégarad)، ويكون هناك انخفاض ملحوظ يظهر في قوة الشد

---

[2] M. Matana, **Charpentes : ossatures bois, planchers, assemblages…** ,éd alternatives, Paris, 1999, p. 13.
[1] G. Almeida, **Influence de la structure du bois sur ses propriétés physico mécanique à des teneurs en humidité élevées,** Thèse de doctorat, Université LAVAL, QUIBEC, Mars 2006, p.42.
[2] H. Skoutarides, M. Denance, **Construction a ossatures en bois, conception et mise en œuvre,** Edition du Moniteur, Paris, 1992, p. 11.

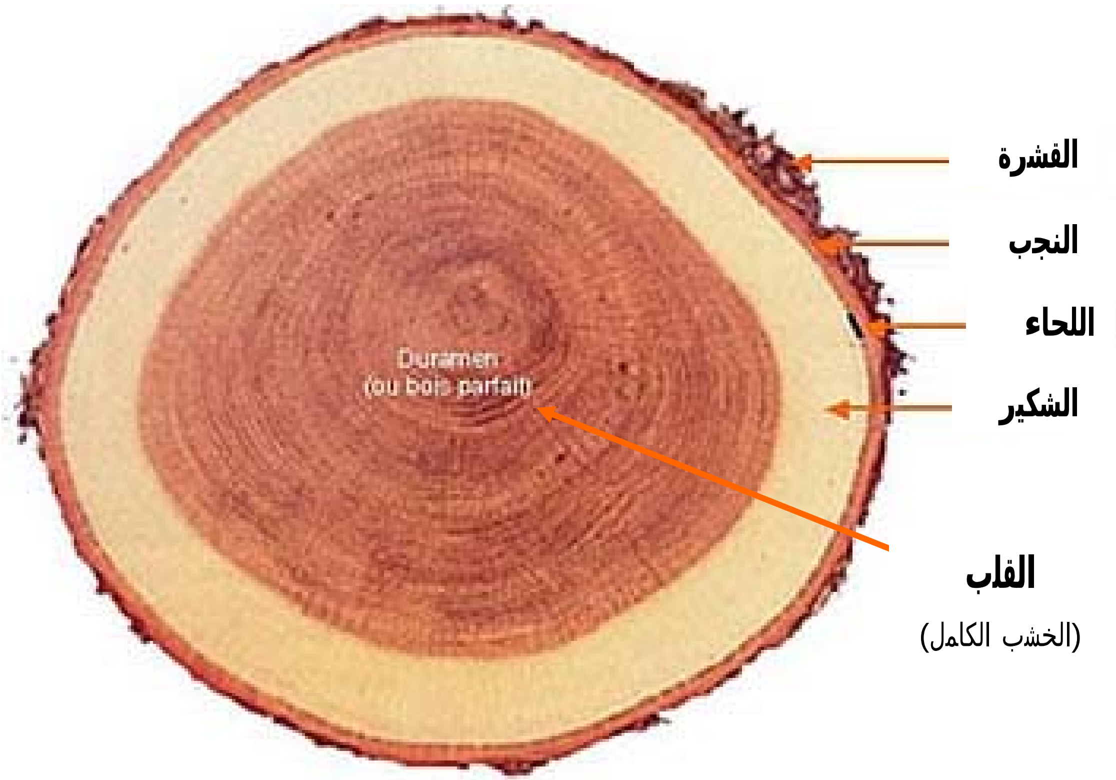
الموازي وفي الصلابة، أما إذا وصلت الجرعات إلى 300 ميجاراد، فإن قوة الشد تنخفض بنسبة 90% [3] .



[3] عزت قنديل (عطا الله)، مرجع سابق، ص. 228.

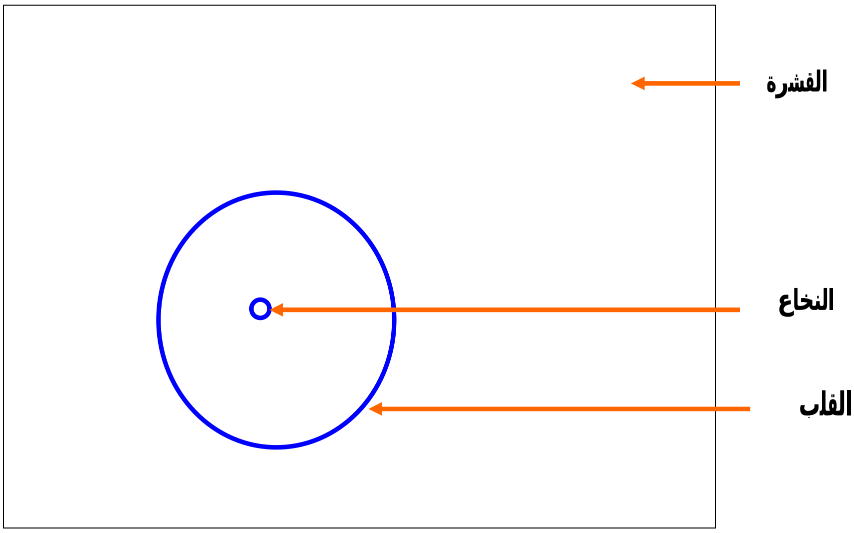
الشكل رقم (1): مخطط تشريحي للبنية

عن: (CTBA 1999) بتصرف.



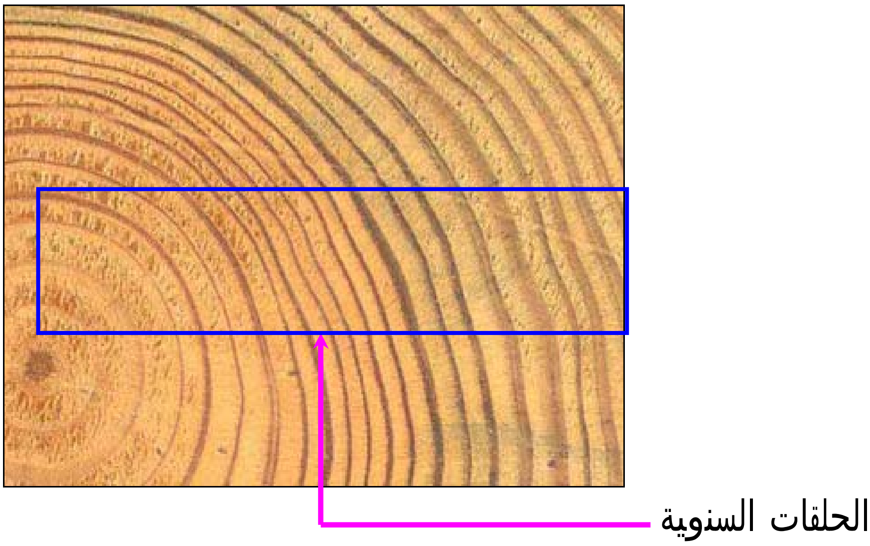
الصورة رقم (1): المكونات المورفولوجية الأساسية لجذع خشبي.

عن: (G.Almeida 2006) بتصرف.



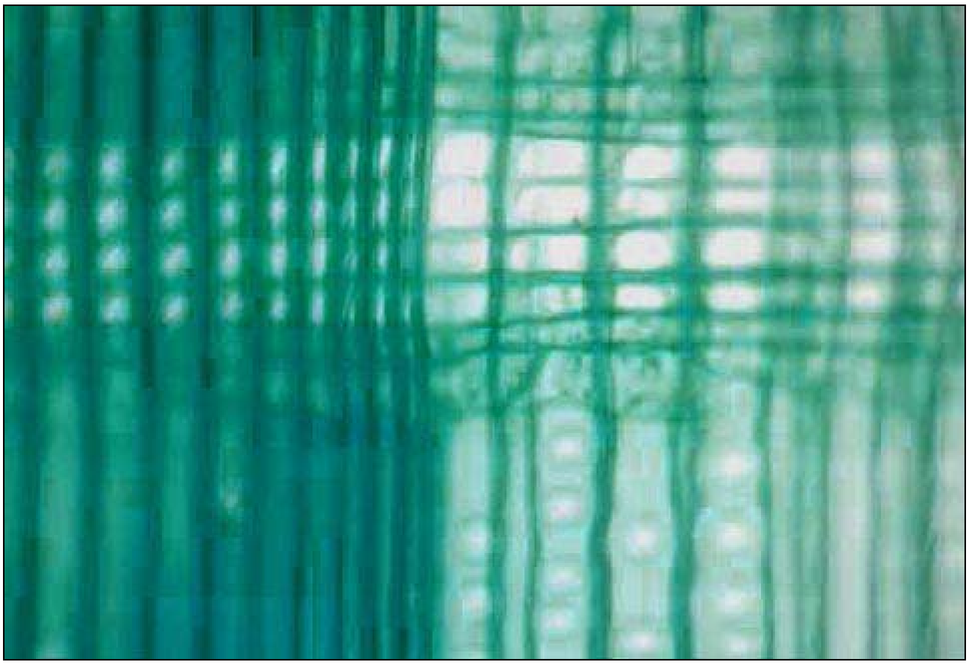
الصورة رقم (3): صورة ميكروسكوبية تمثل منطقة اللحاء (Liber) التي تظهر باللون الأحمر.

عن: (G.Almeida 2006) بتصرف.



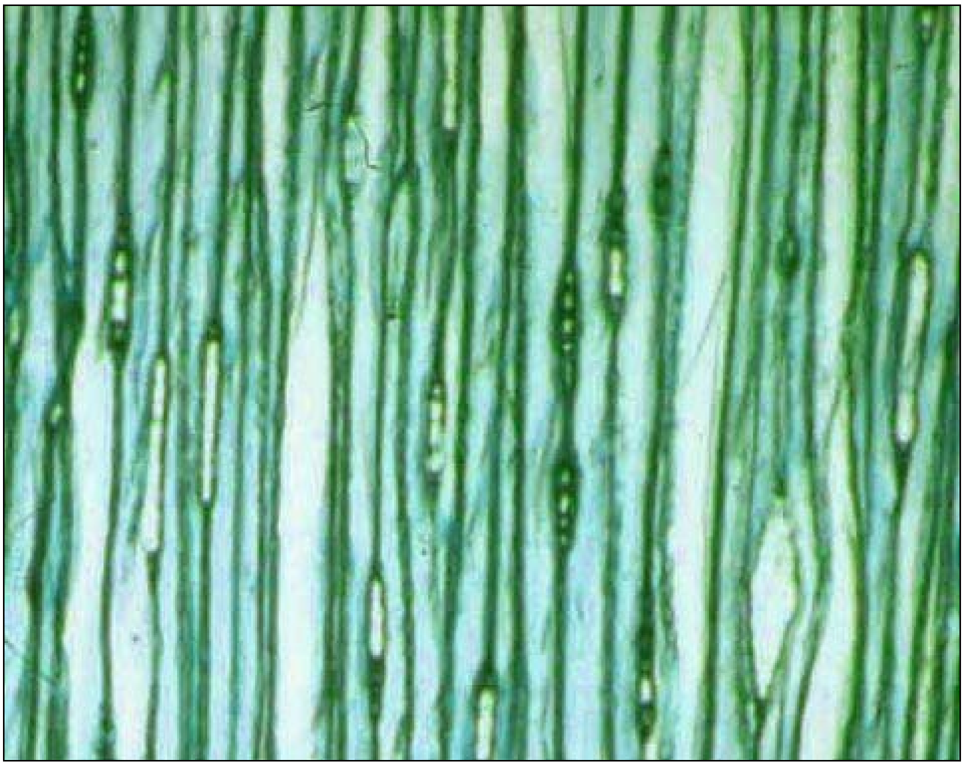
الصورة رقم (4): الحلقات السنوية لجذع خشبي.

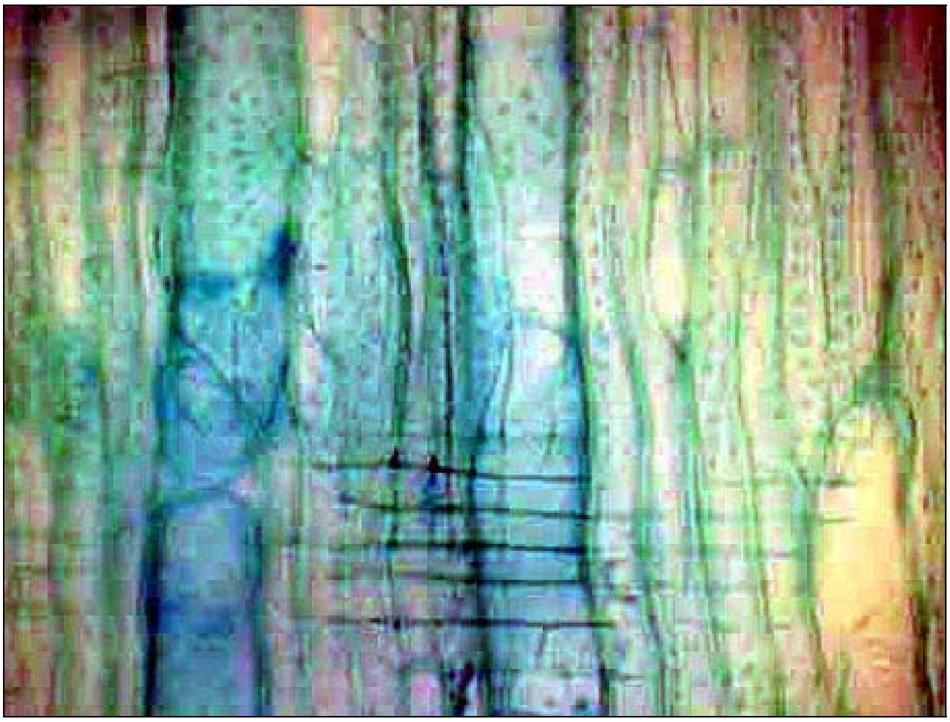
عن: (G.Almeida 2006) بتصرف.



الصورة رقم (5): صورة ميكروسكوبية للحلقات السنوية الخشبية.

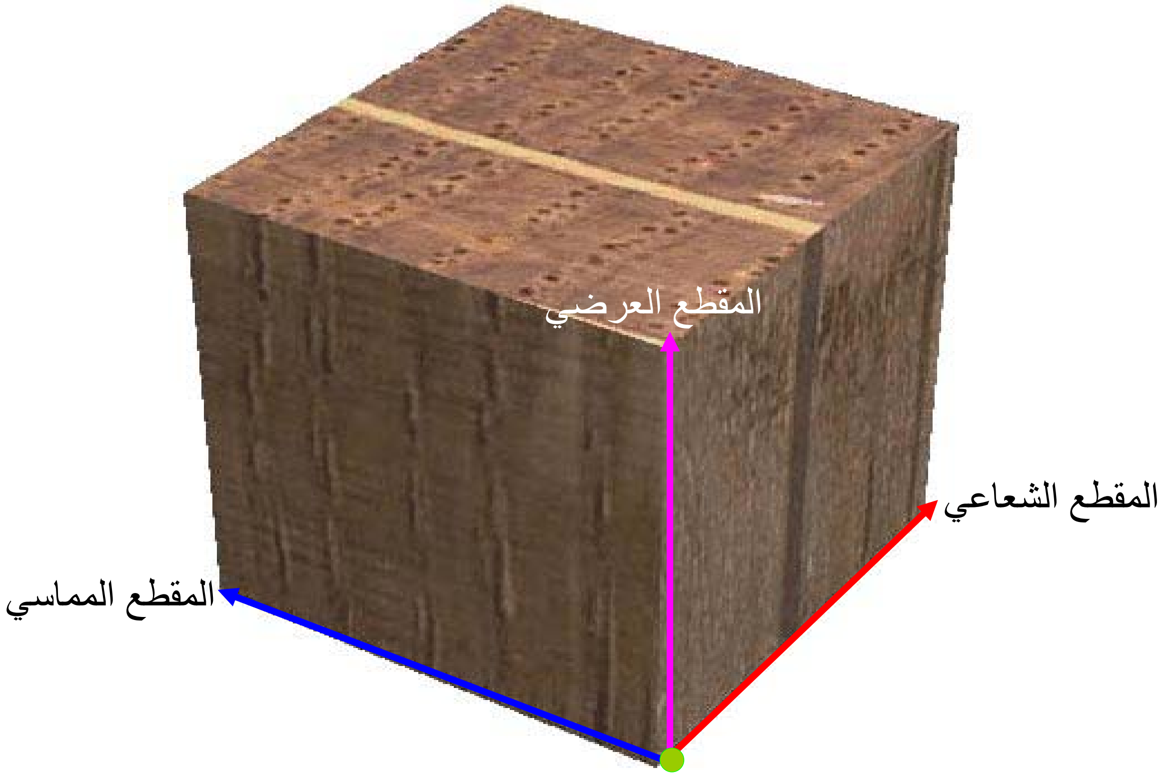
عن: (G.Almeida 2006) بتصرف.





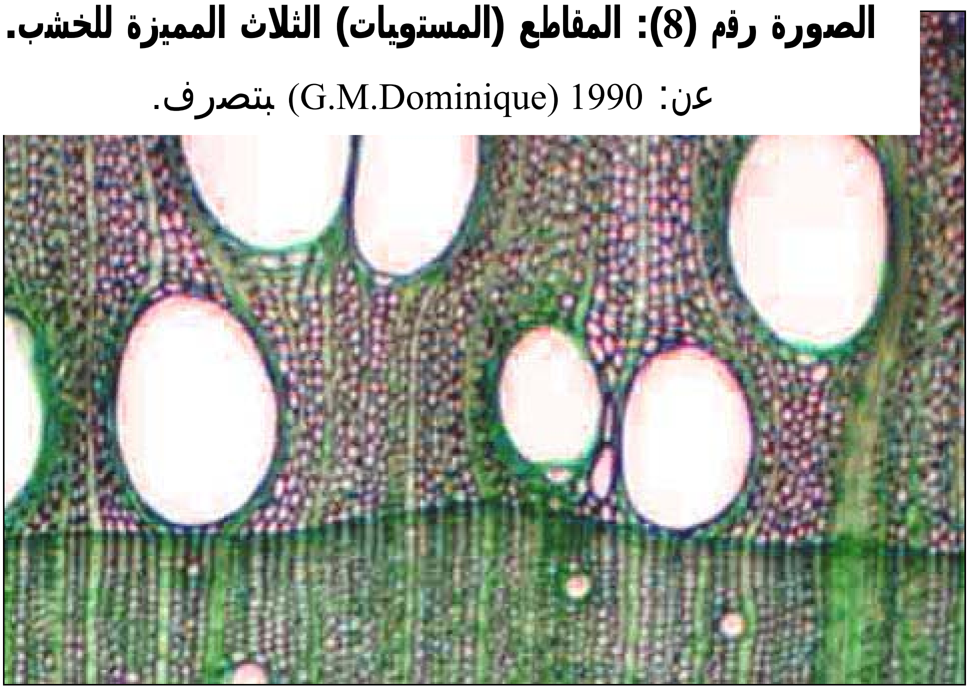
الصورة رقم (7): صورة ميكروسكوبية للأوعية و الألياف الخشبية.

عن: (G.Almeida 2006) بتصرف.



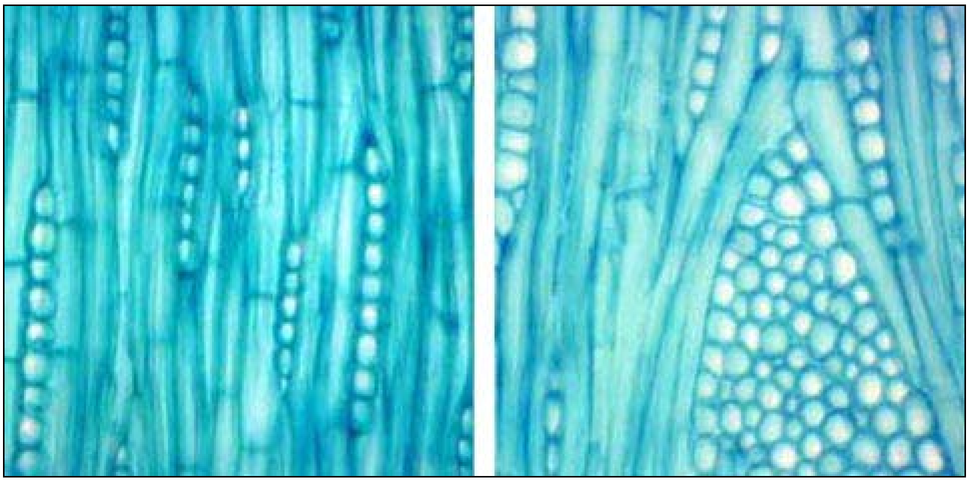
الصورة رقم (8): المقاطع (المستويات) الثلاث المميزة للخشب.

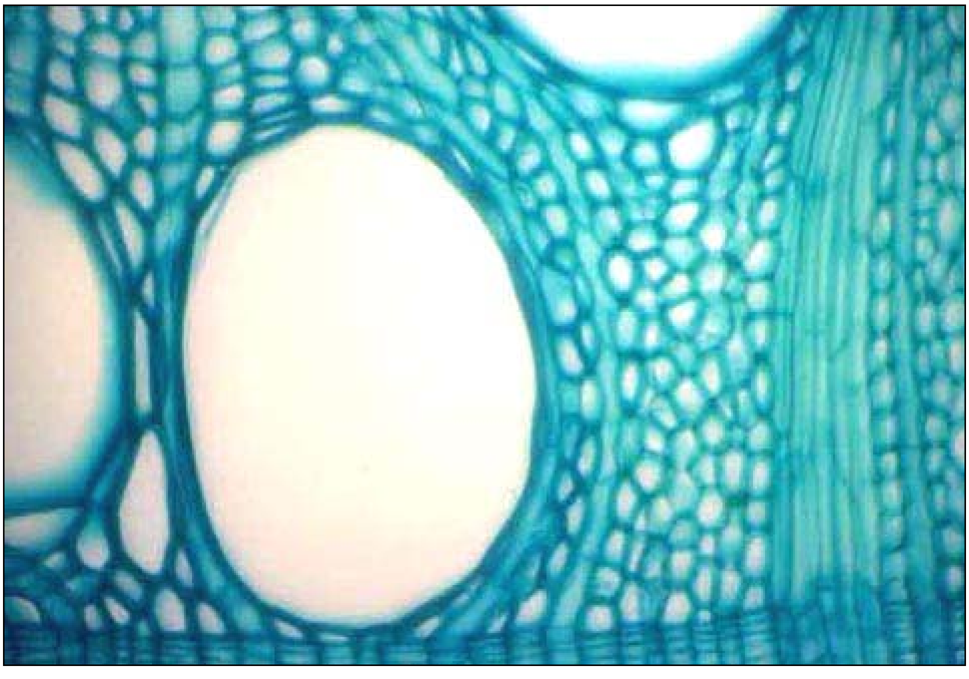
عن: 1990 (G.M.Dominique) بتصرف.



الصورة رقم (9): صورة ميكروسكوبية للمقطع العرضي للبنية الخشبية.

عن: (G.Almeida 2006) بتصرف.





الصورة رقم (11): صورة ميكروسكوبية للمقطع المماسي للبنية الخشبية.

عن: (G.Almeida 2006) بتصرف.

~الفصل الثاني~

عوامل التلف البيولوجية المتدخلة على المادة الخشبية الأثرية

II. عوامل التاف البيولوجية المتدخلة على الخشب الأثري.

تندرج مختلف عوامل التلف البيولوجية للخشب ضمن ظاهرة التحلل البيولوجي أو الحيوي، الذي هو نتاج تفاعل عدة عوامل فيما بينها لتعطي في النهاية فناء لبعض منها وظهور أو تطور واستمرار البعض الآخر، وهذه الظاهرة هي أساسية في استمرار عملية البناء الضوئي التي ينتج عنها صناعة ثاني أكسيد الكربون بالكرة الأرضية، هذه العملية تتأثر بصفة بليغة في غياب التحلل الحيوي.[1] ينتج هذا التحلل بفعل عدة عوامل بدءا من الاضمحلال الذي يحدث نتيجة لفقد الغذاء المخزن بدون تحلل حقيقي للنسيج الخشبي وهو ناتج عن عمل الخلايا الحية في مختلف مناطق الخشب، أما المؤثرات الأخرى فتبدأ من الاختراق الميكانيكي للنسيج الخشبي بفعل عوامل بيولوجية بحتة، وهي محور الدراسة في هذا الفصل.

1.II: الحشرات الخشبية:

إن عوامل التلف التي تتدخل على الخشب الأثري و تؤدي به إلى التلف و الانهيار عديدة ومتعددة، إلا أن هذه الأنواع متفاوتة الخطورة، خاصة إذا ما تعلق الأمر بعوامل التلف البيولوجية و التي تضم عدة أنواع، فنجد في مقدمتها الحشرات الخاشبة، و الفطريات الخشبية، إضافة إلى الكائنات المجهرية الأخرى التي يصطلح عليها بالكائنات التعايشية، أي التي ترافق النوعين الأولين اللذين سنليهما اهتمام واسع خلال هذه الدراسة، ونتطرق في الأول إلى أنواع الحشرات التي تتدخل على البنية الخشبية وفي الغالب ما تتلفها.

قبل التطرق إلى هذا النوع الأساسي في هضم وإتلاف الخشب تجدر الإشارة إلى أن الحشرات الخاشبة يرافقها أو تنتج نوع من الإنزيمات التي تساهم بشكل أو بأخر في هضم و استهلاك الخشب ومكوناته أو تساعد الحشرات بالقيام بهذه العملية وذلك بتحليل بعض مكونات الخشب، كما سبقت الإشارة إليه.

هناك نوعان أساسيان من الإنزيمات بإمكانهما التدخل معا أو كل بمفرده في هضم الخشب و مختلف مكوناته وهما: الإنزيمات الهاضمة الخفية من طرف الحشرة نفسها،

---

[1] T.K. Kirk, E.B. Cowling , **Biological decomposition of solid wood**, the chemistry of solid wood American Chemical Soc. Washington D.C, 1984, p. 455.

و الإنزيمات التي تنتجها الأجسام المتكافلة (Organismes symbiotiques) ، وتسمى الإنزيمات المتكافلة (Ectosymbiotes)، أو (Endosmotique). ومن بين الإنزيمات التي تنتجها الحشرات نجد إنزيم اللجنيناز(Lagninase) إلا أن هذا الأخير لا يتدخل على مادة اللجنين .

وعليه يمكن القول أن للإنزيمات دور لا يستهان به في إتلاف الخشب سواء قامت هي نفسها بالعملية أو ساعدت عوامل أخري على هذه العملية كالحشرات مثلا، لكن لا بد أن تتوفر بعض الشروط الأساسية في نمو وتطور الحشرات وما يرافقها من كائنات أخرى.

*التغذية:

من أجل دراسة طرق و أساليب تغذية الحشرات، هناك منهجيتين: الأولى تتعلق بالبحث في تأثير مختاف مكونات الخشب على نمو اليرقات التي تنمو داخل الخشب، ثم نقوم بفحص نتائج هذه المعالجة، و الثانية تتعلق بدراسة تأثير الإنزيمات الهاضمة على مختاف مكونات الخشب [1] .

تتغذى الحشرات تقريبا على كل أنواع الأغذية العضوية الموجودة في الطبيعة، فالبعض يتغذى على النباتات أو الأخشاب الجافة، و البعض الآخر على الحيوانات، وأخرى على الفطريات و البكتيريا، ومنها ما يمتص مختاف السوائل الضرورية...

من بين المكونات الفيزيولوجية التي تكون جسم الحشرة نجد جهاز الهضم (Appareil de digestion) الذي يمتاز بتنوع شكله، على حسب أنواع الحشرات وتناسبه مع الاحتياجات الغذائية.ومن الصعب اكتشاف مبادئه الفيزيولوجية العامة وإفرازاته خاصة الإنزيمية منها [2] .

---

[1] R. Dajoz, **La digestion du bois par les insectes xylophages,** l'année biologique, Edition Eyrond, paris, 1968, p.21.
[2] W.B. Wiggles, trad. L. Chopard, **Physiologie des insectes,** DUNOD, Paris,1959 , p.43.

***الإحتياجات الغذائية:**

تستطيع الحشرات الخاشبة أن تنشر الخشب وتستهلك مكوناته الفيزيائية كالنشارة مثلا أو الكيميائية كالسيليلوز ، كما تستطيع أن تستفيد في تغذيتها من بعض الفطريات و البكتيريا التي تجدها في طريقها، وتجدر الإشارة إلى أنه من الصعب تبيان مبادئ تغذية الحشرات في هذا الموضوع.

نجد بعض أنواع الحشرات تأكل النجب (Phloème) كما هو الحال بالنسبة لنوع الكراشة (Scolytide) و الناصعات (Buprestidé) و بعض أنواع حرشفيات الأجنحة (Lépidoptère)، و أخرى تفضل أكل أجزاء الكسيلام (Xylème) ، وهي أنواع مخربة ومتلفة للخشب ويمثلها بالدرجة الأولى المحضار (Sirex) والنمل (Fourmis)، و الأرضة (Termite).

فمن أجل النمو و التطور تستخدم الحشرات كميات كافية من الكربون و الأزوت، والفسفور و الكبريت، و الأملاح المعدنية و اللامعدنية، وكل العناصر الأخرى التي يمكن استعمالها في بناء النظام الحي، ومن أجل نشاطها فهي تستهلك خلال فترات طويلة أملاح هيدرات الكربون، ونجد مثلا فصيلة حرشفيات الأجنحة تتغذى على السكريات فقط كالسكر الأحادي (Monosaccharide) وهذا بمساعدة بعض الإنزيمات المرافقة.[1]

تستطيع بعض أنواع الحشرات إعداد بعض الأحماض الزيتية من خلال عناصر التغذية، مثل الأحماض اللينيليكية (Acide linoléiques) ، والأحماض الأمينية (Aminoacides) الهامة في عمل حاسة الشم و التي لا يمكن الحصول عليها إلا من خلال تركيب مادة السيترول(مادة كحولية) و الكليستيرول (Cholestérol) .

تحتاج بعض الحشرات إلى نوع من الفيتامينات كفيتامين "ب"(Vitamine B) المذابة في الماء، و التيامين "ب 1وب2 " (Thiamine B1, B2) ، والريبوفلافين "ب 1 " و "ب 2 " (Riboflavine B1, B2))، وحمض النيكوتين(Acide nicotinique) و الكولين (Choline)، وحمض الفوليك (Acide folique)، وهي عناصر هامة تحتاجها الحشرة في التغذية و النمو.

[1] W.B. Wiggles, trad. L. Chopard, Op. Cit, p. 45

إضافة إلى عناصر التغذية نجد الحشرات تحتوي من خلال تركيبتها الفيزيولوجية على عنصر الدم ، وهو سائل فاتح اللون، أو غير ملون، وفي الغالب يكون ملون بلون اخضر أو أصفر، ووزنه النوعي يتراوح ما بين 1الى3، عند اليرقات، وهو نوعا ما حامض وتبلغ درجة الحموضة PH مابين 6.4 إلى 6.83.[1]

تتعدد وتتنوع الحشرات الخاشبة التي تنمو وتتغذي علي الخشب الأثري، وهي مصنفة ضمن فصائل، والفصيلة تحتوي على عدة عائلات، و العائلات تحتوي على أعداد كبيرة من الأنواع. ويمكن حصرها على حسب الأهمية ضمن المجموعات التالية:

مغمدات الأجنحة (Coléoptère).

غشائيات الأجنحة (Hyménoptère).

حرشفيات الأجنحة (Lépidoptère).

مزدوجة الأجنحة (Diptère).

من الواضح أن تسمية هذه العائلات يكون من خلال وصفها وخصائصها الفيزيولوجية[2]، وعائلة الحشرات التي تحتوي على أكبر عدد من الأنواع نجد تلك التي يصطلح عليها بالحشرات الخاشبة (Insecte xylophage) ، و هي عائلة مغمدات الأجنحة.

1.1.II: مغمدات الأجنحة الخاشبة(Coléoptères xylophages).

تحتوي هده الفصيلة على عدة عائلات من أهمها:

1.1.1.II: الزعقوقيات (Cérambycidés).

تعرف هذه العائلة باسم القرنبيات (Longicorne)، وهذه التسمية ترجع بسبب الامتداد الواسع لقرني الاستشعار (Antenne)، ويصل عدد أنواعها إلى 20000 نوع، ومعظم هذه الأنواع لها أجسام كبيرة مثل نوع *(Cérambyx cerdo)* التي تعيش في خشب الزان و البلوط القديم، و يبلغ طولها حتى 55ملم، ونجد نوع *(Caenoptera)* التي لا تتجاوز طولها من 6الى7 ملم، و اليرقات تنمو وتتطور داخل البنية الخشبية، فهي تأكل

[1] W.B. Wiggles, trad. L. Chopard, Op. Cit, p. 45
[2] D. Roger, **Ecologie des insectes forestiers**, Gouthier - Villars, paris, 1980, p. 296.

الخشب المتعفن، وعليه يمكن أن نميز بين هذه الأنواع من خلال شكل الرأس، و الأرجل ، وقرون الاستشعار، وأجزاء الفم[1] (الشكل رقم: 5) .

مميزات النوع:

- **اليرقة:**

تتميز اليرقة برأس متفاوت الطول و العرض، ومعظم الأنواع لها رأس جد طويل مقارنة مع عرضه، و أرجلها غائبة، كما أنها وحيدة الثقب القذالي (Forment occipital)، وعند بعض الأنواع نجده منقسم إلى قسمين، و الحافة الداخلية للجبهة مسننة أو محززة، ومدة حياتها جد طويلة مقارنة مع مدة حياة اليافعة، فقد تصل إلى 6 سنوات عند *(Hylotrupes bajulus)* وسنتين عند (*Ergates faber*) وثلاث سنوات عند *(Cérambyx cerdo)* ، ولا تتجاوز سنة واحدة عند بعض الأنواع الأخرى. واختلاف مدة حياتها يكون على حسب اختلاف الوسط، فهي تتأثر بالرطوبة و القيمة الغذائية التي يحتويها الخشب الذي تتواجد فيه (الصورة رقم: 13).

- **الحشرة البالغة:**

وتسمى العفياء (Imago) و فصها الأخير من الرجل (Tarse) جد متميز ويحتوي على سبعة قطع عظمية، وقرني الاستشعار جد قصير لا يتجاوز مقدمة الرأس، و الظنوب (Tibia) مثلمة عند بعض الأنواع [2] .

المميزات البيولوجية الأساسية:

هناك بعض الأنواع تمارس نشاطها اليومي (في النهار) على الأخشاب خاصة القديمة مثل الأنواع التالية التي تعرف بأسمائها اللاتينية *(Rosalia alpina, Cérambyx scopolii, Rhaguim)* ، و البعض الآخر يكون نشاطه غسقي أو شفقي أو ليلي، مثل نوع *(Cérambyx cerdo)*، ومدة حياة اليافعة على العموم متوسطة، وجد واضحة النشاط في الصيف، وتقوم بعملية الانسلاخ (تتغير وتتبدل فيزيولوجيا) عند دخول فصل الشتاء وتبقى

[1] D. Roger, Op.Cit, p. 312
[2] Ibid, p. 311.

داخل رواقها الحورائي* (العذرائي)(Nymphale) حتى فصل الربيع وهي تؤمن غذائها من داخل البنية الخشبية كما هو الحال عند نوع (*Rhaguim*) التي تبنى في الطبقة العليا للخشب رواق للتحرك محدود بالألياف الخشبية. ونجد من بين الأنواع التي تعيش في الخشب الراتنجي نوع (*Rhagium inquisitor*)، و نوع آخر يفضل العيش في الخشب الوريقي وهو (*Rhagium sycophanta*). [1]

هذه العائلة تحتوي على أنواع مختلفة فكل نوع من الحشرات يفضل نوع معين من الخشب وهذا راجع إلى اختلاف الاحتياجات الغذائية، فنجد مثلا نوع *(Saperda)* يهاجم خشب الحور (Peuplier)، ومعظم الأنواع الأخرى تعيش وتهاجم الخشب القديم و المتعفن ومن بينها (Ergates faber, Luptura auralenta)، وهذه الأنواع تتميز بأن تقييم عدة أجيال داخل جزء خشبي واحد.

تضع بيضها على سطح الخشب ثم تقوم بغمسها داخل الشقوق وبعد ذلك تتوغل حتى طبقة النجب(Cambium) في حين أن بعض اليرقات تدخل حتى تصل إلى قلب الخشب وذاك بإحداث أروقة متفاوتة الأبعاد على حسب النوع داخل البنية الخشبية[2].

الأروقة: نميز من بيتها:

- أروقة محفورة على سطح وتتجه إلى أن تصل أو تتجاوز الألياف الخشبية، تنمو تتطور اليرقات بداخلها ولا تغادرها إلا عندما تريد بناء الرواق الحورائي، يمكن أن تصل هذه الأروقة إلى طبقة الشكير (Aubier) كما هو الحال عند نوع (Clytus)، و البعض الأخر يتجه بأروقته إلى أن يبلغ قلب الخشب مثل نوع (*Cérambyx, Ergates*).
- أروقة تبدأ من البنية الخارجية للخشب، هذا ما يتعلق بالأنواع التي تعيش في الخشب المتعفن و خاصة خشب البناء مثل (*Hylotrupus Bajulus*)، ويمكن لهذه الأنواع أن تتزاوج داخل هذه الأروقة و تتوازن مع حياة اليرقة مما ينجم عنها أضرار كبيرة عندها يصعب أصلاح الخشب المصاب.

---

*حورائي أو عذرائي: متعلق بطور الحشرة التي تمر به الحشرة خلال تطورها ونموها، ونقول حشرة حوراء أو عذراء أي الطور الذي يكون قبل مدة التكاثر حيث تكون الحشرة بالغة، وقد خرجت من طور اليرقة.

(1) P. Carle, **Le rôle des insectes dans les modifications et d'équilibre biologique des forets**, thèse université de bordeaux, édition imp. Bordeaux, 1973, P 20.

(2) Ibid, P 20.

تملأ كل أنواع الأروقة ببراز(بعض الإفرازات) الحشرة والنشارة، وطول الحشرة يتميز على حسب نوع الحشرة وكذا حجم الخشب[1] .

يرافق هذه الأنواع الحشرية بعض أنواع الطفيليات مثل نوع *(Sclérodermie domestique)* وهي تشبه الفطر، و مجهريه الحجم، وسوداء اللون، وهي تهاجم بعض أنواع مغمدات الأجنحة ، وتستعمل هذه الطفيليات في المحاربة البيولوجية الاصطناعية للحشرات[2] .

2.1.1.II: القرنبيات *Hylotrapues bajulus* (Capricorne des maison).

من بين الأنواع الأساسية التي تحتويها عائلة الزعقوقيات نجد نوع القرنبيات ويطلق عيها باللغة الفرنسية اسم (capricorne des maison) كما أنها تشتهر بالاسم اللاتيني ***(Hylotrapues bajulus)*** .

خصائص الحشرة و اليرقة:

- **الحشرة:**

يبلغ طول الأنثى مابين10 إلى 25 ملم، و الذكر مابين8 الى15 ملم، الجسم مسطح وأسود، وبعض الأجزاء منه سمراء قاتمة، الأجنحة صغيرة و بها بقع من رمادية إلى بيضاء، وتكسوها شعيرات جد رقيقة، تعمر الحشرة حوالي 25 يوم (الصورة رقم: 14).

- **اليرقة:**

طولها من 15 إلى 30 ملم، لونها أبيض عاجي، جسمها جد عريض كما هو الحال للرأس و البطن، تتكون من ثلاث أزواج من الأرجل المتواجدة على الصدر وهي لا تكاد تميز، تطير ما بين شهري جوان إلى أوت، تعمر اليرقة مابين 2 الى8 سنوات تماشيا مع درجة الحرارة المرتفعة والقيمة الغذائية المتواجدة في الخشب[3] .

---

(1) P. Carle, **Les phénomènes présidant aux séccessions d'insectes dans le dépérissement du pin marine, la lutte biologique en foret,** Annales Zool, paris, 1973, p.177.
(2) Ibid, p. 179.
(3) Ibid, p. 179.

تهاجم القرنبيات طبقت الشكير من الخشب الراتنجي و على رأسها الصنوبريات (الأبيسة، التنوب، لاريس)، حيث يتناسب تواجد القرنبيات في درجة حرارة مابين 10°م و 38°م، والحرارة مناسبة 28 د°[1].

تتسبب القرنبيات في خسائر معتبرة على الخشب الذي تتدخل عليه فهي تنشأ فتحات للطيران بيضاوية الشكل قطرها ما بين 3 إلى 7 ملم، نجدها خاصة على سطح الخشب، وممرات للتغذية في نفس اتجاه الألياف، كما أنها لا تخرج النشارة ولا يتم الكشف عنها إلا في مراحل متأخرة، حيث أنها تحفر أروقتها في جو هادئ، مما تحدث خسائر بالبنية الخشبية التي تضعف مقاومته خاصة، أن القرنبيات تفضل الهياكل الخشبية الكبيرة. كما أنه هناك خسائر مماثلة تنتج عن تدخل نوع آخر ألا وهو *(Hesperophane)*، وهي نادرة بمناطقنا [2] (الصورة رقم: 15).

3.1.1.II: المحظار (Sirex).

يسمى المحظار بالاسم العلمي اللاتيني *(Sirex juvencus "L")*، والاسم المحلي في ميدان البيولوجيا و البيوكيمياء *(Sirex commun ou Bouvillon)*، كما أنها تتميز باسم خاص في علم التصنيف (Taxonomie) وهو *(Hymenoptera, sricidae)*[3] (الشكل رقم: 6).

- **اليرقة:**

يبلغ حجمها حتى 40 ملم قبل أن تصل إلى الطور الحورائي، ذات لون أبيض قشدي، شكلها اسطواني مع وجود مخلب قرني الشكل في طرفه الأعلى، وهي تعيش في الخشب المبلل أو الرطب على الأقل خلال العام الأول من تطورها[4].

---

(1) P. Carle, Op cit, pp. 177,178 .
(2) A. Brauman, **Influence de termite humivore et de leur microflore digestive sur la transformation organique,** Sciences du sol, Montpellier, 1998, p. 36 .
(3) Ibid, p. 37.
(4) Ibid, p. 37.

- **الحشرة:**

حجمها يتراوح ما بينا 15 إلى 35 ملم، و يتغير باختلاف رطوبة الخشب خلال طور اليرقة، لونها أسود مزرق، والبطن له نفس اللون عند الأنثى و برتقالي عند الذكر.

تتميز الأنثى بوجود مثقب يبلغ ثلث طول الجسم، وقرني استشعار خيطية الشكل رقيقة، ومدة التعمير من بضعة أشهر إلى ثلاث سنوات على حسب رطوبة الخشب، تضع بيضها في خشب البناء و من اجل ذلك تنجز أروقة طولها ما بين 8 إلى 10 ملم مستعملة المثقب المميز، و تضع حتى 300 بيضة موزعة في أربع وحدات، وتقوم بتلقيح نوع من الفطريات *(Stereum sp)* الضروري في تطور ونمو اليرقات، ومدة الحضن من 3 إلى 4 أيام، ويتلف المحظار الخشب الراتنجي خاصة، وذلك بإحداث ثقوب للتحرك عموديا مع الخشب ذات طول ما بين 3 الى6 ملم، وأروقة ذات شكل الحرف اللاتيني "U" طولها يصل مابين 6إلى 20 سم [1] .

4.1.1.II: الزقنبوتات (Buprestidé).

هذه العائلة تحتوي على 15000نوع وهي تتوزع في المناطق الحارة، وسهل التعرف عليها من خلال لونها البراق الناصع، اليرقات تحمل علامة عريضة على مقدمة الجوشن* (Prothorax) أين يترصع الرأس لذا فهي تسمى أيضا بالناصعة، وهي تمارس نشاطها خلال فترة النهار كما أن هذا النوع يبحث على الخشب القديم الذي يمثل وسط هام لعيشها وتطورها، حيث تنمو و تتطور اليرقات في الطبقة الخارجية للخشب المعرضة لأشعة الشمس، وتحفر أروقتها في أعماق البنية الخشبية وتكون الأروقة مسطحة وعريضة مملوءة بخليط من النشارة والبراز، ومدة التطور متغيرة ما بين سنة إلى سنتين عند الأنواع الكبيرة[2] (الصورة رقم:16).

تلعب الزقنبوتات دور هام في مهاجمة الخشب ومن بين الأنواع الأساسية نجد *(Chrysobothris affinis)* الذي يهاجم الخشب الو ريقي ونوع *(Chalcophora)*، وكذا

---

(1) A. Brauman, D.E. Bignell, I. Tayasu, **Soil feeding termites: biology microbial associations and digestive mechanism biology of termites**. Kluwers eds. Amsterdam, 1998, p.126.

* الجوشن: الحلقة الصدرية الأولى في الحشرة

(2) Ibid, p. 126.

نوع *(Eurythyrea quercus)* التي تهاجم فصيلة الصنوبريات، وهناك نوعان أساسين من اليرقات التي تميز عائلة الزقنبوتات الخاشبة وهما: *(Agrilus)*، و *(Corroebus)*، حيث يتميزان بوجود بطن جد متطور وبارز، ينتهي بزائدة لها شكل ابري يطلق عليها اسم ثاقب الأذن(Pince forficule) [(1)] .

بيولوجية الزقنبوت:

تنمو بعض أنواع الزقنبوت داخل بنية خشب البلوط ويمثل هذه الأنواع بالدرجة الأولى نوع *(Agrilus biguttatuus)* ، وهو نوع جد خطير على الخشب خاصة عندما يكون في طور الخدارة* (Nymphose) أين تصنع أروقة طويلة تكثف نشاطها بداخلها في الفترات الحارة.

كسابقتها يفضل نوع *(Coroebus floreninus)* النمو على خشب البلوط ، وتضع بيضها في شهر جوان و جويلية أين ترتفع درجة الحرارة، فتدخل اليرقة حتى تصل إلى قلب الخشب، وتنشأ أروقة للصعود والنزول يصل طولها حتى 1.5 متر، وهذه الأروقة تكون بشكل عرضي لكي تتمكن من قطع الألياف التي تكون مشبعة بالنسغ لتتغذى على هذا الأخير، وتحدث غرف للتبييض، ومدة حياة اليرقة من 20 شهر حتى أربع سنوات[(2)] .

كما نجد نوع *(Agrilus viridis)* الذي يتكاثر مثل النوع السابق لكنه يختار خشب الزان، خاصة عندما يصادف تواجده موسم حار و جاف، كما أن هذا النوع يتلف سطح الخشب المعرض لأشعة الشمس فنستطيع أن نلاحظ أروقتها بسهولة حيث يمكن أن نعاين الأخطار[(3)] .

هذه الأنواع تستطيع أن تتدخل على الأنواع الخشبية الأخرى، فالحشرة القادرة على التكاثر ذات اللون الأخضر البرونزي، يصل طولها من 6 إلى 10ملمن واليرقة تتوغل داخل البنية الخشبية حتى تصل إلى القلب ويبلغ طولها الى13 ملم ومدة تطورها ونموها ما بين سنة إلى سنتين[(4)] .

---

(1) D. Roger, Op cit, p. 315.

*الخدارة: طور انتقالي تمر به اليرقة قبل أن تصبح حشرة، وهو الطور الأخير ما قبل طور الحشرة.

(2) A. Barbey, **traité d'entomologie forestière**, Berger levrault éditeur, 2 eme édition, Paris, 1952, p.149.

(3) P. Bovey, **Un nouveau ravageur en Europe:L'écaille fileuse (Hyphantria cunea drury),** Publication Suisse, 1953,p. 152.

(4) R. Husson, **A propos d'un Buprestidé nuisible aux hêtres**, T II, Copenhague, 1956, p. 97.

5.1.1.II: الأنوبيديا (Anobiidé).

تتجمع آلاف حشرات هذه العائلة ضمن مجموعات صغيرة أو متوسطة ولا يزيد حجم الواحدة منها عن ما يقارب الـ 5 أو 6 ملم كحد أقصى، وتصنف هذه الأنواع من بين الحشرات الخاشبة التي تعيش في الخشب خاصة الجاف ولا تخرج منه حتى يصبح الهيكل الخشبي المصاب عبارة عن رماد أو غبار، أي أنها تلتهمه كليتا، وتعتبر من بين اخطر الأنواع، والنوع المحلي المعروف الذي يعيش في المناطق الحارة والجافة صيفا هو نوع *(Anobium)*، و*(Xestobium)*، حيث نجد اليرقات لها شكل ملتوي وتجويف صدر واسع وممدد، و الأرجل قصيرة،و عندما تكون في طور اليافعة فهي متباينة بسبب شكلها الاسطواني، كما أن هناك نوع يسمى*(Plinus pectinicornis)*، فذكر هذا النوع يهاجم تقريبا كل أنواع الخشب.

والنوع الجد مهم والخطير يسمى*(Anobium)*، الذي يعرف عند أهل الاختصاص بالكستوبة (Vrillette)، كما يطلق عليها مصطلح ساعة الموت نظرا للخسائر الناتجة عنها، و لا يكتفي هذا النوع الأخير بأكل الخشب فقط بل يوفر نوع من الفيتامينات التي تجلب الأنواع الأخرى من الحشرات، وهي منتشرة في منطقة المتوسطي (الشكل رقم: 7،8).

مدة التطور و النمو لهذه الأنواع مختلفة على حسب نوعية الخشب المهاجم، التي يمكن أنتصل حتى 50شهرا في الخشب الغني بالمواد الغذائية والسليم من الفطريات و الكائنات المجهرية الأخرى. وتقل إلى أن تصل إلى 16 شهرا في الخشب المصب بهذه الأخيرة، وهي على نوعين، الكستوبة الصغيرة و الكستوبة الكبيرة[1] .

6.1.1.II: الكستوبة الصغيرة (Petite vrillette).

اسمها العلمي (Anobium punctatum)، وتتميز ببعض الخصائص البيولوجية و الفيزيولوجية (الشكل رقم:9) .

---

[1] D. Roger, Op cit, pp. 323,324 .

خصائص الحشرة واليرقة.

- **الحشرة:**

طولها من 2.5 ملم حتى 6ملم، سمراء قاتمة اللون حتى السواد، ذات رأس مغطى بالزغب الأسود، تحمل أسطر منقطة على الأجنحة أو الأغمدة (Elytre).

- **اليرقة:**

ذات طول يتراوح مابين 4ملم إلى 6ملم، لون مظهرها يميل إلى الأبيض، أو أبيض مصفر، و القسم الصدري مزود بثلاث أزواج من الأرجل المميزة. مدة تطور اليرقة من 8الى 36 شهرا ويمكن أن تستغرق حتى 10سنوات إن لم تتوفر الشروط الملائمة. وتخرج من الأروقة وتطير في شهري أفريل إلى أوت، تهاجم منطقة الشكير من الخشب الوريقي و الراتنجي، وفي حالة الرطوبة المنخفضة إلى نسبة 10% و درجة حرارة 20د° تستطيع أن تهاجم طبقة القلب، وهي بذلك تنتج فتحات و ثقوب للتحرك بعرض 2ملم، التي تأثر على مقاومة الخشب [1] .

7.1.1.II: الكستوبة الكبيرة (Grosse vrillette).

اسمها العلمي (Xestobium "Anobium" rufovillosum)، لا تختلف عن سابقتها إلا قليلا من حيث الحجم. (الصورة رقم:17)

خصائص الحشرة واليرقة.

- **الحشرة:**

تمتاز الكستوبة الكبيرة بطولها الذي يتراوح ما بين 5 إلى 8 ملم، لونها أسمر قاتم، يكسو جسمها زغب أصفر محمر رمادي على الرأس و الغمد (الأجنحة).

---

[1]A. Brauman, S. Fall, **Influence de termites humivores et de leur microflore digestive sur la transformation organique,** Congrès Mondial de sciences du sol, Montpellier, 20-26aout 1998, P8.

- **اليرقة:**

يصل طولها حتى 10ملم، مظهرها يميل إلى اللون الأبيض أو الأبيض المصفر، تشابه الأرضة الصغيرة ولكنها كبيرة بعض الشيء، وينتج عن تواجدها في البنية الخشبية خسائر تفوق خسائر نظيرتها. مدة النمو ما بين 3الى 6 سنوات، وتصل إلى حتى 10 سنوات إذا لم تتوفر الشروط الملائمة، وتطير مابين شهر أفريل إلى ماي.

تهاجم بدرجة كبيرة خشب البلوط القديم، وكذا بعض أنواع الخشب الوريقي، كالدردار، و البتولا...، وفي بعض الأحيان تهاجم الخشب الراتنجي، يناسب تواجدها في الخشب نسبة رطوبة 22% ودرجة حرارة تتراوح مابين 22°م و 25°م، وتشكل أخطار لا يستهان بها، حيث تصنع ثقوب وفتحات للطيران عرضها من 2الى 3.5ملم مملوءة بخلايا يرقانية مسطحة وعدسية الشكل [1] .

8.1.1.II: البطريشيات (Bostrychide).

عائلة صغير غنية بحوالي 300 نوع، معظمها حشرات خاشبة، فاليرقات تحفر أروقة تصل إلى عمق الهيكل الخشبي، لها شكل ملتوي يميل إلى الشكل الأسطواني، وعندما ينتقل من طور اليرقة يكون لها نشاط إما في النهار أو غسقي على حسب الأنواع.

فنجد نوع *(Bostrychus capucinus)* معروفة بمقدمة جسمه الأسود وأجنحته الحمراء، يعيش في الخشب القديم خاصة أخشاب القرو ، وهو تقريبا متشابه مع بعض الأنواع الأخرى مثل *(Hylobius abietis)*، إلا بعض الفروق من حيث الشكل، كالحجم وتحدب الرأس، فنجد بعضها سمين عن الآخر لكن لها نفس الخصائص البيولوجية والتطورية [2] (الشكل رقم: 10) .

[1] A. Brauman, S. Fall, Op. Cit, pp 9, 10.
[2] D. Roger, Op cit, p326 .

9.1.1.II: السوسيات (Curculionidés).

تحتوي هذه العائلة على ما يقارب 60000 نوع، تعيش على مختلف المواد العضوية سواء الحية منها أو الميتة، وهناك أنواع متعددة وكثيرة تعيش على الخشب القديم (الأثري)، بإمكانها أن تخاف أضرار جسيمة على الجسم الخشبي المصاب بإحدى هذه الأنواع.

هذه الأنواع عبارة عن سوسيات تأخذ شكل الخنفساء، وتعرف من خلال رأسها الذي يكون ممدا و مركب وجد قصير، هذا ما نجده عند نوع *(Balaninus)*، وما يمزها كذلك قرني الاستشعار المحدبين، واليرقات لها شكل دودي (Eruciforme) وعديمة القوائم (Apode) ، وهناك بعض الأنواع الأخرى التي لها أشكال جد متنوعة.أغلبها أنواع خاشبة تهاجم فصيلة الصنوبريات و تفضل الخشب المصاب بالفطريات أو الطفيليات لأنها سهلة الهضم[1] .

*** بيولوجية الأنواع:**

نتطرق إلى بيولوجية بعض الأنواع المهمة، فنجد نوع (Hylobius) الذي يعيش في الخشب ذو الأصل الصنوبري، إضافة إلى نوع(Hylobius abietis) الذي يعرف باسم سوسة الصنوبر (الراتنجي) وخاصة الصنوبر البحري وهي تتجمع عند توفر الشروط الملائمة لتشكل مستعمرات للتبييض، وتساعد اليرقات في النمو، وتجد تغذيتها على سطح الخشب ويمكن أن تتلفه في مدة لا يزيد عن عام أو عامين، لها طول مابين 7 إلى 15 ملم،، وتعرف من خلال لونها الأسمر المسود، وكذا الزغب الذي يغطي جسمها، ويدوم طور نموها من 4 الى5 سنوات في المناطق المعتدلة أو المنخفضة الحرارة، وتكثف نشاطها في شهر مارس وتضع الأنثى ما يعادل 80 إلى 150بيضة في الأروقة التي تخصصها لهذا الغرض، و اليرقات لها لون أبيض ودودية الشكل حيث تظهر آثارها على سطح الخشب كما في بنيته الداخلية [2] (الشكل رقم:11) .

---

(1) C.B. Malphettes, **Premiers essais d'élevage des larves d'HYLOBIUS abietis sur milieu synthétique**, Edition EYROLES, PARIS, 1968, p.289.
(2) Ibid., p. 290.

10.1.1.II: السكوليتيد (Scolytides).

تحتل هذه العائلة مكانة هامة ضمن فصيلة مغمدات الأجنحة، أي أنها تمثل الدور الأساسي باعتبارها آكلة أخشاب، خاصة فصيلة الصنوبريات وهي تشبه سابقاتها من عائلة السوسيات، إلا أنها تتميز بغياب المتك* (rostre) وبنية قرون الاستشعار حيث أنها تتكون من عدد من الحزات المندمجة في بعضها البعض ، والسيقان الخلفية مسننة من الحواف الخارجية[1] (الشكل رقم:12) .

تعتبر السكوليت من الحشرات الصغيرة الحجم فنجد نوع *(Sexdentatus)* يبلغ طوله 8 ملم، و أغلبها لا يتجاوز2 ملم، وهي ذات أشكال متنوعة، لها جهاز هضم مغروس داخل البطن ويصل حتى الأمعاء و يلعب دور المصفاة إضافة إلى أنه قادر على هضم مختلف أجزاء الخشب خاصة القديم (الشكل رقم: 13) ، ومن بين أخطر أنواع هذه العائلة نجد نوع *(Platypodidae)* وهو نوع يعيش في المناطق الاستوائية، يتميز بامتداد الفص الأول من رجل الحشرة، يفضل التواجد على خشب الزان، طوله ما بين 2ملم إلى 4 ملم[2].

خصائص التغذية:

نجد بعض أنواع السكوليتيد تتغذى على الخشب المستعمل وتفرق بين الخشب الراتنجي و الوريقي في تغذيتها، والأنواع التي تهاجم الخشب الراتنجي هي الغالبة من حيث الكثرة فهي تختار قلب الخشب باحثة عن النشا و البروتينات، مضعفة بذلك خصائصه الميكانيكية، وينتج عنها تلون البنية الخشبية بألوان قاتمة، كما تنتج بعض الأحماض، وناقلة لبعض الأمراض الفطرية[3] .

من الناحية البيولوجية فان هذه الأنواع تنتج أعداد كبيرة من البيض على حسب النوع، فنجد *(Cryphalus)* تبيض من 10 إلى 12 بيضة، ونوع *(Typographe)* تبيض حتى 300 بيضة، كما أنها تتميز من خلال أروقتها الخشبية التي تعيش بداخلها، هذه

---

*المتك : برفع الميم وسكون التاء، وهو مقدم رأس الحشرة، وفي الغالب ما تحمل أداة لسع.

[1] A.S. Balachowsky, **Coléoptère scolytidae, Faune de France**, vol II, Le Chevalier éditeur, paris, 1949, P.115.

[2] Ibid., p120.

[3] Ibid., p123.

الأروقة تبدأ بثقوب دخول الحشرة ورواق التعشيش، و بها شبه فناء ، ونجد رواق خاص بالتحضين بعيد عن بقايا النشارة و البراز وهو مخصص للتبييض فقط [1].
(الشكل رقم: 14)

يرافق هذا النوع من الحشرات عدة أنواع من الكائنات المجهرية و البكتيريا، لكن هذه الأخيرة لا تتدخل على الخشب بل البعض منها يهاجم الحشرة نفسها.

11.1.1.II: ليكتيس (*Lyctus*).

تتكون هذه العائلة من حوالي 60 نوعا موزعة عبر العالم، يهاجم بعضها الخشب عندما تكون في طور اليرقة وهي ذات شكل قوس دائرة، والقسم الأمامي جد عريض، وأرجل قصيرة، و محززة بـ 8 حزات بطنية متتالية في الكبر، عندما تكون في طور العفياء فهي تعرف بسهولة من خلال شكلها الممدد و الطويل، وهي ذات تموجات دائرية، ولا يتجاوز طولها 7 ملم (الشكل رقم: 15) .

12.1.1.II: ليكتيس السمراء (*Lyctu*s brunes).

يعتبر من بين الأنواع الأكثر شيوعا ويطلق عليه الاسم اللاتيني المعروف بليكتس السمراء *(Lyctus bruneus)*، التي تهاجم بصفة خاصة خشب البناء، وقبل أن تبدأ الأنثى بقرض الخشب من أجل أن تتعرف على كمية النشا الموجودة، فيجب أن يتوفر الخشب على الأقل 3% من مادة النشاء حيث تستطيع اليرقة أن تتطور، وتستغل مخلفات عملية القرض (الثقوب) لوضع بيضها، وهذه الحشرات طويلة الجسم نوعا ما، و اليرقات لا تستهلك سوى مادة النشا في تغذيتها، و تتلاءم مع درجة حرارة 25°م ونسبة رطوبة 75%، ومدة طور اليرقة يدوم ما بين 10 إلى 20 أسبوع. و يرافق تواجدها فطر مجهرية هدكية سوداء اللون مغلقة (Hyménoptère)، ومن بينها الأنواع التالية التي تعرف بالأسماء اللاتينية التالية:*(Braconidae, Bethylidae, Pteromalidae)* [2]

---

(1) A.S. Balachowsky, Op.Cit , p.119.
(2) N.E. Hickin, **An introduction to the study of the British *lyctidae***, B.W.P.A., Annual convention, British, 1960, p. 25.

الخصائص البيولوجية:

- **الحشرة:**

يتراوح طولها ما بين 2.5 ملم إلى 8 ملم، جسمها جد رقيق ولونه يمتاز بلونه الأحمر أو الأسمر، وهي ذات رأس على العموم قاتم اللون مع وجود صفوف من النقاط على الأجنحة.

- **اليرقة:**

طولها حتى 6 ملم، ذات شكل دودي أبيض يميل إلى الشفاف، أو بيضاء عاجية، القسم الصدري مزود بثلاث أزواج من الأرجل الجد مميزة. تطير في شهر أفريل أو شهر جويلية، وبصفة عامة تستغرق حتى عام و هي في طور اليرقة.

يهاجم هذا النوع من الحشرات منطقة الشكير من الخشب بكل أنواعه ما عدا خشب الزان، و الحور، وتصل حتى منطقة القلب، وتفضل الخشب ذات الأوعية الكبيرة الذي يحتوي على كمية كبيرة من النشا [(1)] (الشكل رقم: 16) .

13.1.1.II: الليميكسلونيد *(Lymexylonide)*.

الليميكسلونيد عائلة من بين عائلات مغمدات الأجنحة، ممثلة ضمن نوعين رئيسية وهي *(Hylecoetus)* و *(Dermestidés)*، وهي سهلة التعرف عندما تكون في طور اليرقة لتميزها برأس بارز من الأسفل، وخاصة الامتداد الطويل لحدود البطن و الحشرة البالغة نجدها جد ممدة و دائرية ذات طول 15 ملم مع وجود غشاء يغطي الجسم، وذات زائدة مفصلية (Palpe) متطورة خاصة عند الذكر. وهذه الأنواع تهاجم الخشب بنوعيه الوريقي و الراتنجي خاصة عندما يكون لزج ورطب وكريه الرائحة بتواجد الفطريات.

تنشئ اليرقة أروقة ذات شكل مميز، فهي تمر من على سطح الخشب حتى تصل إلى العمق. وتأخذ اليرقة بالذهاب فتقرض الخشب و بالإياب لتخرج النشارة ببطنها، هذا ما يجعل بطنها ممددا وأملس، وطورها يدوم حتى سنة [(2)] (الشكل رقم: 17) .

[(1)] A. Brauman Op. Cit., p.132.
[(2)] D. Roger, Op cit, p.350.

14.1.1.II: العنظوب (Lychnide).

هذا النوع من الحشرات يأكل الخشب المتحلل بفعل الفطريات و الكائنات المجهرية، يرقاتها عبارة عن ديدان بيضاء اللون، تتميز بعدة خصائص يمكنها تكييف حياتها داخل الخشب، حيث لها أجسام جد قصيرة ، نادرا ما يكون بها زغبا، لها أرجل و قرني الاستشعار جد قصيرة، والذقن مربع الشكل [1] (الشكل رقم: 18)، وهناك ثلاثة أنواع جد معروفة بتواجدها في الخشب المتحلل و هي:

*** الأيل الطائر** (Cerf – volant) *(Lucanus cervus).*

وهي أكبر أنواع مغمدات الأجنحة و تتواجد في المناطق الحارة والاستوائية، وتتميز بازدواجية جنسية* فالذكر يصل طوله حتى 85ملم له ذقن جد متطور بيد أن الأنثى لا تتجاوز 60ملم ولها ذقن متوسط الطول، وتطير اليافعة في بداية فصل الصيف، وتفضل العيش على خشب البلوط تتطور يرقات النوع في مدة تتراوح ما بين 4 الى5 سنوات.

*نوع *(Dorus parallelipidedus).*

يبلغ طول هذا النوع حتى35 ملم، اليرقات تأخذ مدة 4 سنوات في تطورها، و اليافعة تطير في نهاية الصيف، وتعيش بعد ذلك سنة واحدة.

*نوع *(Sinodendron Cylindricum).*

نوع متواجد بكثرة مقارنة مع النوعين السابقين، له أنبوب قارض طويل نوعا ما ويحمل نوع من البكتيريا، وهي تفضل الأخشاب التي بها الكائنات المجهرية التي تساهم في تحلل الخشب هذا ما يسهل عملية القرض لهذا النوع من الحشرات [2] .
(الشكل رقم:19)

---

[1] D. Roger, Op cit, p. 356.

*الازدواجية الجنسية الحشرية: نجدها كذلك عند اليرقات وهي مجموعة مزايا غير ضرورية للتناسل والتكاثر ولكنها تساعد على تميز الجنسين من النوع الواحد.

[2] Ibid, p. 358.

15.1.1.II: بعض العائلات الأخرى من مغمدات الأجنحة.

هناك عدد من العائلات التي تنتمي إلى صنف مغمدات الأجنحة، وتقل أهميتها و تواجدها مقارنة مع العائلات السابقة الذكر، لكنها أن وجدت فهي تلعب دور هام في تلف الخشب و تحلله، نتطرق إليها بصفة مختصرة، ونجد من بينها ما يلي:

1.15.1.1.II: الاكنوميديا *(Eucnemide)*.

تتجمع تحت اسم السالوليات *(Elatridae)*، تتميز على أنها غير قادرة على القفز ، ويرقاتها تعيش في الخشب القديم، لكنها لا تتواجد بكثرة، وهناك نوع واحد معروف ضمن هذه العائلة وهو *(Melasis buprestiodes)* الذي يرادفه باللغة العربية الاسم المعروف به و هو الزقنبوت، يتواجد هذا النوع خاصة على خشب البلوط و الزان، و اليرقات مسطحة تصنع أروقة عمودية على الألياف للنمو و التطور بداخلها[1].

2.15.1.1.II: الميلوندريد *(Melandryide)*.

يعيش هذا النوع خاصة مع تواجد الفطريات الهدامة الخاشبة أي التي تعيش في الأخشاب، وبعضها يتواجد وحده في الخشب، و من بينها نوعين رئيسيين المعروفان بالاسم اللاتيني ، (melandrya caraboides) و (Serropalpus barbatus) [2] .

3.15.1.1.II: المورد ليد *(Mordellidae)*.

من السهل التعرف على هذا النوع عندما يكون في طور العفياء، من خلال جسمه ذو اللون الأسود و الممهد أو المكبوس من الجانب وينتهي بعلامة كالنقطة، التي تمر حتى نهاية الأجنحة أو الأغمدة ، و اليرقات تفضل استعمال الخشب الهش و المتحلل لانجاز الأروقة و التعشيش بداخلها [3] .

---

(1) D. Roger, Op cit, p. 359.
(2) Ibid, p. 119.
(3) A. Brauman, Op. Cit., p. 142.

4.15.1.1.II: النتربيد *(Anthribidae)*.

هذه العائلة تعرف باسم السوسيات، وهي عائلة صغيرة تعتبر من بين الأنواع الخاشبة، و اليرقات تحدث أروقة في مختلف أنواع الخشب المهاجم من طرف الفطريات[1] .

5.15.1.1.II: البيتشيد *(Pytchidae)*.

حشرات ذات لون أزرق معدني ، وهي معروفة بتأقلمها مع كل أسطح الهياكل الخشبية، خاصة فصيلة الصنوبريات، حيث تعيش على السطح فتشوه منظره من خلال الأروقة و النشارة[2] .

6.15.1.1.II: البيروكريد *(Pyrochroidae)*.

هذه الأنواع ذات لون أحمر فاقع، وتتميز بميزة خاصة حيث أن لها نظام غذائي نباتي أي الخشب لحمي، ويعرف من خلال طوله الذي يصل حتى 30 ملم، وشكله المسطح و رأسه الكبير و الشوكتين اللتين تنهيان القسم الأخير من البطن[3] .

2.1.II: غشائيات الأجنحة (Hyménoptères).

غشائيات الأجنحة رتبة الحشرات الغنية بعدد هائل من الحشرات و التي تصل إلى أكثر من 100000 نوع أي أنها تقرب نظيرتها من مغمدات الأجنحة من حيث عدد الأنواع العامة ، لكنها لا تحتوي على عائلات أو أنواع كبيرة تتميز بتدخلها على الخشب بصفة عامة،[4] وعليه لم نتمكن من إحصاء إلا عائلتين اثنين يمكن تصنيفهما ضمن عوامل تلف الخشب، على حسب ما ذكر في المراجع التي تطرقنا إليها.

---

(1) A. Brauman, Op. Cit., p. 142.
(2) D. Roger, Op cit, p. 329.
(3) A. Brauman, Op. Cit, p. 149.
(4) D. Roger, Op cit, p. 329.

1.2.1.II: السيريسيد ***(Siricide)*.**

تختص هذه العائلة في مهاجمة الخشب الراتنجي، وهي أنواع تتقارب فيما بينها من ناحية الخصائص البيولوجية و الفيزيولوجية، كما أن هذه الأنواع تهاجم مجموعة كبيرة من أنواع الخشب وتحدث خسائر معتبرة الخطورة، فالأروقة التي تصنعها اليرقات فقط تشكل نسبة 10% من الخسائر، إضافة إلى استهلاك محتويات الخشب كمصدر غذائي.

عدد البيض و مدة التبييض تختلف اختلاف طفيف بين الأنواع، حيث أنها تضع بيضها بشكل تراكبي (الواحدة فوق الأخرى)، حيث تجد الفطريات التعايشية (Symbiotique) وسط مناسب للتكون و التطور، و تتجمع بينها في شكل كومة فطرية[1].

يبلغ طول الثقوب التي تضع هذه الأنواع بيضها بداخلها حوالي 17.5 ملم، ومدة انجاز الثقب الواحد 11.4 دقيقة، و العمق يصل إلى 9.7 ملم، وعدد البيض في الثقب الواحد ما بين 4 إلى 10 بيضة، ويتجمع الفطر في الأروقة التي ليس بها بيض، كما أن بعض الأنواع لا ترافقها هذه الفطريات كما هو الحال بالنسبة لنوع *(Xeris spectrum)*.

تتغير مدة التطور لهذه الأنواع باعتبار الشروط المناخية كالحرارة و الرطوبة، فهي تتراوح ما بين سنة إلى 4 سنوات في المناطق الاستوائية، كما يلعب حجم الخشب دور جد هام من حيث استغلاله كوسط ملائم لتطور هذه الأنواع[2] .

يدوم مدة ظهور اليرقة من 16 إلى 18يوم، و اليرقة الصغيرة التي تخرج من البيضة تكون غير قادرة على التحرك وعندها تستهلك مشيجة الفطر المتواجد على الخشب، وبعد عملية الانسلاخ التي تميز يرقات هذه الأنواع، تبدأ هذه الأخيرة بالتوغل داخل بنية الخشب في اتجاه الألياف منتجة بذلك أروقة ذات 8 ملم إلى 12 ملم، وتقوم بالانسلاخ التالي في فصل الشتاء. وفي هذه المرحلة تظهر الفطريات التعايشية مع اليرقة الأنثى، وهذا الأخير يحدث أروقة بطول 15 إلى 20ملم، وخلال الأطوار الثلاثة لليرقة تكون قد وصلت بأروقتها إلى قلب الخشب وهنا يكمن الخطر الناتج عن أنواع غشائيات الأجنحة، وعندها تقوم اليرقة بالانسلاخ ثلاث مرات أخرى وحينها تخرج العفياء في شهر

---

(1) F. Wolf, **Ethologie des siricidae (Hemenoptera, symphyta),** Belgique, 1968, p. 39.
(2) Ibid, p. 40.

جوان من الأروقة التي يكون قطرها قد تجاوز 1 سم، وهو قطر يبدوا اكبر بالنسبة للأنثى مقارنة مع الذكر.

كما أن هذه الأنواع تتميز بميزة أخرى، حيث تنشأ معها كائنات مجهرية أخرى غير الفطريات التعايشية، التي تهاجم عائلة الزعقوقيات التي تنافسها في استغلال الوسط[1].

2.2.1.II: النـمـل الأبيض (Fourmis blanches).

على اختلاف أنواعه، يستطيع النمل أن يشكل خطرا على مادة الخشب التي تكون الممتلكات الثقافية الأثرية، حيث يمكن اعتبار بعض الأنواع التي تمثل عامل تاف للخشب من بينها نوع *(Crematogaster scutellaris)* الذي يفضل التعشيش داخل الهياكل الخشبية، ويمكن التعرف عليها بسهولة حيث عند إزعاجها تقوم برفع بطنها إلى الأعلى وتصبح عريضة وقلبية الشكل (Cordiforme) بسبب المفصل الموازي للعنق، ويبلغ طولها ما بين 4 إلى 5ملم، وذات رأس أحمر فاتح وباقي الجسم أزرق قاتم، ويكون مستعمرات اجتماعية حيث الطبقة العاملة جد عدوانية وهجومية، وهي التي تشكل الخطر الأكبر في تاف الخشب تحت قيادة وأمارة الملكة [2].

ونجد أنواع *(Componotus)* التي تتميز بأحجامها الكبيرة التي تصل حتى 15 ملم طولا، وخاصة نوع *(Componotus herculeanus)* وهي ذات لون أسود مع وجود بقع سمراء محمرة، وتقوم فئة العمال بصنع أعشاشها، ويمكن أن تصل الأعشاش إلى بضعة أمتار في الهيكل الخشبي، وتعتمد في تغذيتها على بعض أنواع الحشرات خاصة الميتة ، وكذا الخشب المتحلل بفعل الفطريات و البكتيريا (الشكل رقم:21،20) .

إضافة إلى الأنواع السابقة هناك نوع *(Componotus vagans)* الذي له نفس الخصائص، إلا أنه يتمركز في مناطق الحوض المتوسط، وله جسم أسود و يفضل الخشب المتدهور السهل الاستعمال للتعشيش، ولا يتأقلم مع وجود الفطريات و البكتيريا [3] .

---

(1) F. Wolf, Op cit, p. 42.
(2) W.J. Caswitz, **La présence des hyménoptères en Europe,** édition Eyrond, Paris, 1973, p. 21.
(3)Ibid, p. 24.

3.1.II: مزدوجة الأجنحة (Diptères).

هذا الصنف من الحشرات يحتوي على عدد من العائلات التي تقرب الـ 45 عائلة، بعضها فقط يعيش على مادة الخشب المستعمل و البعض الآخر يعيش على الخشب الحي مثل نوع (Tipulidae) ومن هذه الأنواع:

1.3.1.II: الأسيليد *(Asilidae).*

هذه العائلة الكثيرة أنواعها، تتدخل على الخشب عندما تكون في طور العفياء، حيث نجد جسمها مغطى بالوبر و كبير الحجم ، و المتك (Trompe) يتميز بقصره، وتتم عملية الهضم عند هذه الأنواع على مستوى الفم، و تتعايش يرقاتها مع يرقات الزعقوقيات ونجدها نوعا ما دائرية الشكل و بيضاء اللون، و الرأس غائر في مقدمة الجوشن وأسود اللون، والشفة العليا (Labre) له شكل شبه مثلث ممدد كما هو الحل بالنسبة للذقن، بيد أن الفك الحشرة عريض ومسنن وقوي ما يسمح بصنع الأروقة الكبيرة، وقرني الاستشعار تبدو قصيرة.واليرقات معروفة بتعلقها بالخشب المتحلل، وتصنع أروقة خاصة بها أو تستعمل تلك التي خلفتها نظيرتها من مغمدات الأجنحة [1] (الصورة رقم:18).

2.3.1.II: السوسيدوميد (Cécidomyidé) .

نجد عدة أنواع منها تعيش في الخشب خاصة المتعفن، و اليرقات في حجمها لا تزيد عن 5ملم، وتكون من حيث لون جسمها إما صفراء أو حمراء، ولها رأس صغير، ومعظمها يحتوي على ثلاث أقسام صدرية متباينة إضافة إلى منطقة مميزة تربط الرأس بالصدر، و قرون الاستشعار عريضة من الأمام، كما تضع أنواع هذه العائلة بيضها الجد مميز من خلال الحجم المتناهي الصغر والعدد الذي لا يتجاوز الخمس بيضات، وبعد خروج اليرقات من الأروقة تسمح للحشرة الأم بإنتاج الجيل الثاني في فصل الشتاء أو الربيع[2] .

[1] D. Roger, Op cit, p p. 360-369.
[2] W.J. Caswitz, Op cit, p. 24.

هذه العائلة حساسة جدا لتغير العوامل المناخية، خاصة نسبة الرطوبة و ضوء المحيط، حيث يتأثر الطور الجيني لليرقات ويظهر ذلك من خلال تغير اللون الذي يصبح برتقالي، وتظهر وكأنها تائهة من خلال تحركاتها العشوائية، و لا تستقر في مكان واحد[1].

II.1.3.3: السيريفيد *(Syrphidaé)*.

تعرف هذه العائلة باستهلاكها للخشب المتعفن وفي بعض الأحيان تستخلص فقط التعفن الخشبي الناتج عن تدخل الفطريات، و البعض الآخر يأكل الخشب الطبيعي، واليرقات تعيش في أروقة تصنعها الحشرة داخل الهيكل الخشبي ، وهي على أشكال متنوعة، وتبدو مبتورة من جهة الرأس، والحدود الخلفية ممددة من خلال أنبوب التنفس، وهي لا تحتوي على فصوص كما هو الحل بالنسبة لباقي الأنواع، و تعيش على الخشب المنشور من طرف النمل والبراز، كما تستعمل أروقة هذا الأخير، و العفياء ذات لون إما أصفر أو أسود معدني، وعند الطيران تبدو جد رشيقة واهتزازية الحركة [2] .

II.1.3.4: الخاشبة (Xylophagidae).

يرقات هذه العائلة تعيش على سطح الخشب الذي يكون في طور التحال، وتقوم بمهاجمة الحشرات الأخرى التي تأتي إلى محيطها، وتأخذ خلال مرحلة التطور على الأقل سنتين، وتعرف من خلال رأسها الممدد، العريض والأسود اللون، ونجد صفائح سوداء تغطي قسم أو قسمين من الصدر، ويبلغ طولها 2سم، وعندما تنتقل إلى طور العفياء، تخرج للعيش خارج المادة الخشبية، وعليه فان الأضرار التي تخلفها على الخشب لا نجد سوى تلك الناتجة عن أروقة اليرقات، لأنها لا تتغذى على الخشب بل على الحشرات الأخرى، وبالتالي فهي تفضل الخشب للتعشيش فقط [3] .

---

(1) D. Roger, Op cit, p. 370.
(2) Ibid, p. 373.
(3) N.P. Krivosheina, B.M. Mamaev, **Clés de détermination des larves xylophages habitants dans le bois de construction (en RUSSE)**, Moscou, éditions Nauka, 1967, p. 112.

4.1.II: حرشفيات الأجنحة(Lépidoptères) .

تحتوي هذه الفصيلة على ما يقارب 16000 نوع موزعة عبر العالم، وهذه الأنواع في الغالب عبارة عن فرشات، حيث أن التسمية من أصل إغريقي *(Lépis)* و التي يقابلها بالفرنسية كلمة (Ecaille) و التي تعني الحراشف، وهي تتكون من زوجين من الأجنحة مغطاة بحراشف رقيقة على شكل قرميد السطح، وفوقها نوع من الصبغ المسئول عن تلوين الأجنحة، يتراوح حجم هذه الأنواع على حسب المناطق ومناخها، من 15 سم في أوربا إلى 20 سم في المناطق الاستوائية، وتصل حتى 30 سم في آسيا وإفريقيا [1] .

على الرغم من أن فصيلة حرشفيات الأجنحة تحتوي عل أنواع كبيرة، إلا أن هناك أنواع جد قليلة يمكن اعتبارها أنواع خاشبة أي تعيش في الخشب، ونميز الثلاث أنواع التالية:

1.4.1.II: القتعات *(Cossidaes).*

يعرف هذا النوع باسم "مفسد الخشب" (Gâte de bois)، ويستمد مواد تغذيته من منطقة النجب وهنا تكمن خطورته، ويتجه اليسروع* صانعا لأروقة تناسب حجمه الذي يبلغ 10سم على حسب ظروف المناخ، وهو يتحمل درجة حرارة 20°م عندما يكون في فترة السبات الشتوي (Hibernation)، حتى يصل إلى قلب الخشب، ويمكث مدة مابين سنتين إلى ثلاث سنوات بداخل الأروقة، و يرافقه في ذلك بعض الكائنات المجهرية التي تحدث نوع من التعفن الذي يتموضع على جدران الأروقة، وعندما ينتقل إلى طور العفياء في شهر جوان، يصبح عبارة عن فرشات، وتتميز برأس أسود اللون والقسم الظهري من الجسم له لون وردي، حيث تعيش مابين 10 إلى 15يوم فقط، خلال هذه المدة تقوم بدورها التناسلي و تضع بيضها[2] .

تفرز الكوسيد إنزيمات خاشبة تساعدها في التغذية، حيث تقوم بتحليل مادة السيليلوز و الهيميسليلوز، وتستهلك مادة النشاء، و البكتين (Pectine)، و الانولين (Inuline)، السيليبواز (Célluboise)، و السكر المذاب مثل السكاروز (Saccharose)، مع

---

(1) Z. JURI, M. Chaval a, **La grande encyclopédie des insectes**, GRUNAD, Paris, 1990.

*اليسروع : اسم الدودة منذ نفقها من البيض حتى تتحول إلى خادرة، أي الشكل الذي يكون بين البعوضة و الحشرة الكاملة.

(2) D. Roger, Op cit, p. 372.

ذلك فإن وجود بعض الكائنات المجهرية كالبكتيريا و الخمائر الباطنية التي تقوم بتحويل السيليلوز إلى سيليبواز أين تتمكن الحشرة من استعماله [1] .

II.1.4.2: الفاتلات *(Tortricidaes)*.

تحتوي هذه العائلة على بعض الأنواع مثل الحشرة النارية (Pyrale) و *(Laspeyresia)* وهما يعيشان على خشب الصنوبر ، هذين النوعين لا يشكلان أضرار كبيرة، لكن عندما يتعلق الأمر بالخشب الذي له قيمة حضارية أو تاريخية يمكن اعتبارهما من بين الأنواع المضرة، حيث تحدث اليرقات الدودية الشكل و المصفرة اللون أروقة قصيرة و متشابهة ، وتفرز بداخلها إفرازات من خلالها تتكون الفطريات بجانب الأروقة، أين تستغلها اليرقات في اخذ قسط من تغذيتها، وتطير بعد أن تتهيأ لذلك في المدة ما بين شهري أفريل و جوان، وتعيش بعد ذلك مابين 6 إلى 10 أيام، حيث تقوم الأنثى في هذه المدة بوضع ما يقارب 40 بيضة التي تضعها متجمعة، و اليسروع يتميز بلونه الأبيض أو الأحمر الفاتح حيث يصل طولها إلى 11ملم [2] .

II.1.4.3: الأرضة (Termites).

تعد الأرضة من بين الحشرات التي تعيش ضمن مجتمعات طبقية، و في أعشاش تسمى المأرضة (Termitière)، تحتوي هذه العائلة على 2000 نوع، اغلبها تتواجد في المناطق الاستوائية وحوض البحر الأبيض المتوسط، والبعض الأخر في المناطق الحارة، لون جسمها يميل إلى البياض، وهي حشرة متحولة (منمسخة) بشكل غير كامل(Métamorphose incomplet)، في الغالب لها أربعة أجنحة متجانسة أي أنها تنتمي إلى فصيلة متجانسة الأجنحة (Isoptère)، كما نجد بعض الأنواع الأخرى لها زوج واحد من الأجنحة، وعلى العموم فإن هذه الأجنحة تكون شفافة محاطة بشبكة منتظمة من العروق، وهي مسطحة وطويلة مقارنة مع جسم الحشرة [3] (الشكل رقم:22).

---
[1] D. Roger, Op cit, p. 377.
[2] Ibid, p. 379.
[3] D. Roger, Op cit, p. 399

كما سبق فان هذه الأنواع تتميز بتحولها الجزئي حيث أن اليرقة التي تخرج من البيضة تأخذ كل خصائص العفياء ما عدا الأجنحة والأعضاء التناسلية التي تتكون في خضم التطور التدريجي، كما أنها لا تمر عبر طور الحوراء الذي يميز الحشرات المتحولة كليا، و لها فم من النوع الساحق الذي يسمح لها باستهلاك الأغذية الصلبة كالخشب الذي يعد غذاءها الأساسي.

تتكون عائلة الأرضة من ثلاث طبقات، الأولى يمثلها الملك و الملكة المسئولان عن التناسل حيث تلد الملكة ما يقارب 3000 بيضة في اليوم، و الطبقة الثانية هي فئة العمال المسئولة عن توفير الغذاء وتنظيف الزوج المنتج وصيانة العش، و الطبقة الثالثة مسئولة عن الحراسة والدفاع وتوفير الأمن وهي الجنود[1] .

تتغذى عائلة الأرضة على الخشب ممثلا في مادة اللجنين وبصفة خاصة السيليلوز وهي مواد صعبة الهضم، إلا أن الأرضة تستعمل العضو الهاضم الموجود في بطنها المسمى (Protozoaire) وهو عبارة عن سوط مكون من ثلاث أجزاء مرتبطة بعضها البعض بواسطتها تقوم الحشرة بتحليل السيليلوز وتحرير المواد الغذائية الأخرى وطوله 1 ملم (الصورة رقم:23) وندما تفتقر الحشرة إلى هذا العضو تموت جوعا لا محال.

تشكل الأرضة خطر جد كبير على الخشب فهي لا تكتفي بهضمه فقط، بل تساهم في تسممه حيث تتغير المكونات الكيميائية و اللون حتى يصبح الخشب هش و يفقد مقاومته، ويتم ذلك بفعل الإفرازات المستمرة لعناصر المستعمرة سواء خلال التغذية أو التناسل [2] .

---

(1) J.L. CLEMENT, **Ecologie des isoptères en France,** Position systématique des populations – Bull.soc.Zool.fr, 1977, p. 185

(2) Ibid, p.190.

2.II: الفطريات الخشبية:

على الرغم من أن هناك أخشاب تعد منيعة بالنسبة للإصابة الفطرية نتيجة لوجود مستخلصات خشبية ذات تركيب كيميائي معين، إلا أن الأخشاب بشتى أنواعها و في معظم الأحيان تصاب ببعض أنواع الفطريات، ومن المهم أن نلاحظ أن الفطريات المحللة أو المدمرة للأخشاب تصيبها تحت شروط استعمالية، أو طبيعية، أو بيئية محددة، أهمها المحتوى الرطوبي للأخشاب الذي يجب أن يتجاوز 20%، ويقترب من نقطة تشبع الألياف و ثانيها درجة حرارة مناسبة ، والدرجة المثلى لمعظم الفطريات تتراوح ما بين 25°م و 30°م، وإذا وصل هذا العامل إلى حوالي 40°م فإنها تعد مثبطة للنمو الفطري، كما أن لعامل الأوكسجين (O_2) أهمية قصوى لنمو الفطريات المحللة أو الملونة للأخشاب الأثرية، ذالك أنه يؤثر على عملية التنفس ، كما أن التركيزات العالية لثاني أكسيد الكربون(CO_2) تعيق نمو الفطريات الخشبية[1] .

تعرف الفطريات التي تعيش بكثافة علي المادة الخشبية، على أنها فطريات هدامة، ومتلفة(Champignons lignivores ou dé-compositeurs) ، ويمكن أن تكون عبارة عن تعفن(Moisissures)، و بعض الأنواع الأخرى يطلق عليها اسم الفطريات الملطخة (Champignons tacheurs)، والبعض الأخر يسمى الفطريات الرمامة أو الدعاميات (Basidiomycètes) وهي فطريات هدامة (فطريات محللة)، فالتعفن و الفطريات الملطخة تقوم بتغيير لون الخشب وتلوينه بألوان قاتمة، ولكن لا تفسد بصفة كبيرة البنية الخشبية، والأنواع الأخرى تتدخلها على البنية الخشبية أين تفقدها خصائصها الميكانيكية، وخاصة المقاومة، وهذه الأخيرة تعتبر من أخطر الأنواع، حيث إذا أصيب الخشب بها بصفة كبيرة يصعب معالجتها و إنقاذها و في بعض الحالات يستحيل ذالك[2] .

تحلل وتلف الخشب إن دل فانه يدل على وجود عدة عوامل فطرية متفاعلة فيما بينها، بدءا من العامل الرئيسي ألا وهو الفطريات الكلية الموجودة في الهواء خلال فترة كبيرة من السنة، والتي لا تسبب ولا تشكل أي خطر من الناحية المادية، إلا عند توفر أربعة شروط أساسية لنموها وتطورها، فالفطريات الهدامة مثلا تحتاج إلى الخشب من

(1) K.G. Cartwright, W.K, Findlay, **Decay of timber and its Preservation**, Chemical Publ, Co, Inc, New York, 1950, p. 52.
(2) J.G. Savory, **Damage to Wood Caused by Microorganisms**, Paper III.J.App. Bact, 1954, pp. 213.218.

أجل التغذية ولا تتدخل عليه إلا في نسبة من الرطوبة وكمية من الماء المناسبة، ودرجة حرارة كافية، ومعدل معين من الأوكسجين، والشروط العامة المناسبة لنمو كل أنواع الفطريات هي[1] :

الرطوبة:

لا تتطور الفطريات إلا عندما تكون كمية من الرطوبة تتراوح كحد أدنى 25% وحد أقصى 120%، وتكون هذه الرطوبة إما محتواة في البنية الخشبية أو في الوسط الذي يتواجد فيه الخشب حيث أنها تنبع من عدة مصادر، أغلبها:

- المياه الراكدة في وسط الخشب (قنوات صرف المياه، دورة المياه...).
- الرطوبة المكثفة.
- الرطوبة الشعيرية لجدران البنايات.
- رطوبة الهواء المرتفعة بشكل دائم.
- رطوبة الخشب المرتفعة عند الاستعمال (خشب الصيانة والترميم).

الوسط:

تفضل الفطريات الوسط المظلم والضيق أين تتركز الرطوبة وتنعدم التهوية، كالتجويفات، القبو، الأماكن المظللة، والزاوية أو الركن الخفي.

الحرارة:

لا تستطيع الفطريات أن تتطور في درجة حرارة أقل من 13 °م، التي تمثل لها درجة البرودة، وأكبر من 35°م إلى 40°م والتي تمثل درجة الجفاف.

[1] H. Skoutarides, M. Demance, **Construction a ossature bois, Conception et mise en œuvre**, Edition Eyroles, Paris, 1998, p. 12.

الهواء:

تتأقلم الفطريات مع نوع خاص من التهوية، حيث أن التهوية الملائمة لوسط الإنسان لا تناسب تواجد الفطريات ونموها.

وعليه فعند توفر هذه الشروط يمكن أن تظهر أنواع معتبرة من الفطريات التي تساهم في إتلاف الخشب الأثري، وجل هذه الأنواع مصنفة ضمن العائلات التالية:

1.2.II : الفطريات الهدامة:

في الغالب ما يطلق على الفطريات المتخصصة في هدم الخشب الأثري بالطفيليات الهدامة، وهي أنواع تتدخل على منطقة القلب (Zone de cambium) والأنسجة الثانوية، كما أنها عوامل نخر(Nécrose) الخلايا الحية، وترافقها في ذلك ظواهر غير عادية لقوانين التشكل والتغير(Morphogenèse) وكذا ظواهر تكون ونمو الأنسجة الغريبة(Histogenèse)، والقدر الكبير من هذه الفطريات الطفيلية تمارس نشاطا هدم وتلف عميق للجدران الهيكلية للخلايا الخشبية، وباعتبار هذه الطفيليات أنها تقوم بقتل الجبلة الأولى "البروتوبلازما" (Protoplasme) للخلايا الحية، فهذه الطفيليات متصلة بالتهديم البنيوي لكل الأجسام الليفية، وعليه فان خصائص مهاجمة الجدران اللجينينية للخلايا الخشبية لا توجد إلا عند بعض الأنواع من الفطريات، والتي تعتبر الأجسام الوحيدة القادرة على هذا النوع من التلف [1] .

تنتج بعض أنواع الفطريات الهدامة نوع من الإنزيمات التي تميز خصائص عالم تحال الخشب ومظاهره، وبعض هذه الإنزيمات هي إنزيمات سيليلوزية، حيث أنها تتلف مادة السيليلوز و الهيميسليلوز للجدران الخاوية، ولا تتدخل على مادة اللجينين. حيث تفقد الجدران الخلوية عناصرها الليفية ولا تحتفظ إلا بالمكونات الغير متبلرة (No amorphe) والتي تتحول إلى مواد جافة، متكسرة ومتشققة، وعليه يظهر على الخشب تصدعات وشقوق في مختلف المستويات الثلاث: الطولية، العرضية، و الشعاعية، هذا

[1] C. Jacquoit, **Les champignons du bois,** Edition Masson, paris, 1967, P 82.

النوع من التلف يطلق عليه اسم التعفن المكعب، أو التكعيبي (Pourriture cubique)، أين يتغير لون الخشب ويصبح اصفر قاتم، أو أسمر قاتم، أوأسمر محمر[1] .

في حين أن بعض الفطريات تفرز إنزيمات تهاجم بكل نشاط مادة اللجينين، وتنتج تعفن ليفي، حيث يتلون الخشب، وتبقى البنية الليفية مرتخية ولينة وفي اغلب الحالات فان السيليلوز يتأثر هو الآخر ولكن بصفة بطيئة وفي الأخير ينهار الخشب كليا.[2] وتندرج ضمن هده العائلة الأنواع التالية:

1.1.2.II: التعفن الأسمر "تلف السيليلوز" (Pourriture brune):

ينتج هذا التعفن من خلال تلف الهيميسليلوز و السيليلوز، حيث تفقد جدران الخشب بنيتها وتصبح عبارة عن مواد متبلورة (Amorphe)، فنلاحظ ظهور مكعبات على الخشب المصاب، التي تمثل مادة اللجينين المتبقية لوحدها بعد أن استهلكت أو أتلفت مادتي السيليلوز والهميسيليلوز[3] ، وبعدها يفقد الخشب مقاومته الميكانيكية، وتكون المكعبات يكون بعد امتصاص الماء الموجود في البنية الخشبية من طرف الفطريات، وبعدها تظهر شقوق في الاتجاهين الطولي، والعرضي مشكلة بذلك مكعبات صغيرة ونسبة إليها، يسمى هذا النوع من التلف بالتلف المكعبي[4] ، و المتسبب الرئيسي في ذلك نجد عدة أنواع من الفطريات الهدامة، وعلى عكس التعفن الأبيض فهو لا يؤثر إلا على مادة السيليلوز، وتبقى مادة اللجنين التي لها لون بني، هذا ما يفسر تلون الخشب باللون البني، والفطريات الرئيسية المتسببة للتعفن الأسمر أو المكعبي هي الفطريات الدعامية التالية[5]:

[1] C. Jacquoit, D. La petite, **Recherche sur le rôle des bactéries dans la conservation des copeaux de bois de papeterie stockés**, La société mycologique de France, Paris, 1967, p. 14.
[2] D. La petite, **Etude sur bois de l'action antagoniste de bactérie vis-à-vis de champignons lignicoles**, Masson édit, Paris, 1970, p. 10.
[3] D. Viala, **Contribution a l'étude des modifications anatomiques et chimiques des bois attaqués par des champignons**, Ecole N.A.T, Paris, 1963, p. 25.
[4] Ibid, p. 26
[5] H.G. Karl, H. Dieter, et al, **Construire en bois, Choisir, Concevoir, Réaliser,** Presse polytechniques et universitaires Romandes, s.d, p .40.

* ميريل الباكية.

* كورنيفور التجويفات.

* البوريا.

* لونزيت.

وتعد هذه الفطريات من بين أخطر الأنواع التي تهدد الخشب بالتلف، خاصة خشب البناء، المتصل بالأرضية أو بمواد البناء الرطبة، وسوف نتطرق لكل نوع على حدا من حيث وصفه، وشروط نموه، وتطوره ونسبة الخطر الناتجة عنه[1].

ينبع النشاط الهدام للفطريات من قسم المشيجة* (Mycélium)، حيث يتركز نشاطه تبعا لتجمع العناصر الموزعة في حجم الخشب، أين يتشكل النُخروب** (Alvéole)، ويتمادى في الكبر حتى يصبح عبارة عن مرافد(تجمعات) فتُكسى الجدران الخشبية بمشيجة الفطر، ويطلق على هذا التعفن اسم التعفن النخروبي، الذي يوافق التعفن الأنبوبي الشكل (Tubulaire) [2]، حيث يتجه الفطر بالتطور باتجاه الألياف الخشبية وينتج تجويفات أنبوبية على الجدران الليفية، وخلال التطور الأول لهذا النوع من التعفن فانه يظهر على شكل أشرطة طولية، يجتاح الجسم الخشبي كلية و ينحل لونه، ولكن لا يتلف بصفة كبيرة أي حتى الانهيار[3] ، و كما سبق الذكر فان الأنواع الفطرية الهدامة المسئولة عن هذه الأخطار هي كالتالي:

1.1.1.2.II : الفطريات الباكية (Mérule pleureuse):

يعرف هذا النوع من الفطريات باسمه اللاتيني العلمي ساربيلا لكريمان *(Serpula lacrimens)* وهو من بين أخطر الأنواع الفطرية التي تتدخل على الخشب، ويزداد

---

[1] H.G. Karl, H. Dieter, et al, p. 41.

* المشيجة:مجموعة من الألياف الدقيقة و المتفرعة، تكون القسم المسئول عن التكاثر(البوغ) عند الفطريات.

**النخروب:عبارة عن خلايا صغيرة تشبه خلايا النحل من حيث الشكل.

[2] C. Jacquiot, **Ecologie des champignons forestières**, Gouthier – Villars, Paris, 1978, p. 46.

[3] Ibid, p. 46.

خطرها عندما تتوفر الشروط اللازمة للنمو والتأقلم، فهي تُنتج أخطار جد بليغة في وقت قصير، ويسمى التعفن الناتج عنها بالتعفن الأسمر[1]، وهو تلف سريع الانتشار على الجسم الخشبي، خاصة عندما يتعلق الأمر بالأنواع الخشبية الوريقية على حساب الأخشاب الراتنجية[2] .

يتواجد هذا النوع بصفة خاصة على العناصر الخشبية القريبة أو المتصلة بالأرضية، والتي تحتوي على كمية معتبرة من مادة السيليلوز، كما أنه يحتاج إلى مواد غذائية معينة مثل المركبات الكربونية، والهيدروجينية العضوية وكذا المواد السيليلوزية، كما أنه يفضل الانتشار والتكاثر في خفاء وتنكر وفي مدة طويلة داخل التجاويف والثقوب وفي وسط الجدران، ويمكنه أن يتطور في مدة ما بين سنة وثلاث سنوات خفية، قبل أن يصبح مرئي، وعندها يكون قد استهلك كميات معتبرة من المواد الغذائية[3] .

تنتقل عدوى هذا الفطر بفعل المشيجة أو البوغ (Spore) (الصورة رقم: 24)، وعلى حسب المواد الغذائية المتواجدة في الوسط، يمكن للفطر أن يستغرق مدة متفاوتة في الانتشار والتكاثر مستندا في ذلك على مشيجته والتي تتكون من خيوط ليفية و هيفة (Filaments et hyphe) وهي بسمك قلم الرصاص[4] ، هذه الخيوط المشجية الرمادية تتوسع إلى بضعة أمتار و تنغرس بكل سهولة في الشقوق والثقوب، كما أنه يستعمل المشيجة في استنتاج وامتصاص المواد الغذائية من الماء سواء أكان الماء المحتوى في الخشب، أو الماء الخارجي[5] .

يتميز هذا الفطر بعدة علامات تدل على تواجده، إذ أن مشيجته لها لون أبيض، وفي بعض الأحيان رمادية، وتتجمع على شكل قطن مندوف، والتي تعطي لون رمادي مع مرور الزمن، وهذه المشيجة حساسة للتيارات الهوائية، هذا ما يدل على تواجدها في الأماكن التي تقل بها من التهوية، ويثمر هذا الفطر على شكل قماش مفتول بسمك

---

(1) D. Viala, Op.cit, p. 48.
(2) C. Jacquiot, **Etudes anatomique des lésions caractéristiques de la maladie de bois**, Masson édit, 1951, p.56.
(3) D. Viala, Op.cit, p. 49.
(4) C. Jacquiot, Op.cit, 1951, p. 57.
(5) Ibid, p. 57.

2سنتتمتر أو أقل، ويمكن أن يصل قطره إلى 1متر على السطح، وهذه الثمار لها لون مصفر أو محمر، وهي على شكل فراش غير منتظم السطح، كما أنها تحتوي على كميات كبيرة من الهيفة المحاطة بجوانب الفطر، ويمكن أن نميز أزهاره التي تكون على شكل بقع صدأ سمراء (الصورة رقم: 25) .

2.1.1.2.II : فطريات التجويفات (Corniophore de cave).

هذا النوع من الفطر ينتج تعفن أسمر، وهو نوع مدمر لبنية الخشب مقارنة مع الفطر السابق ، و يعيش في التجويفات كما يدل عليه اسمه، كما نجده خاصة في تجاويف السطح ويهاجم الخشب الوريقي.[1]

بصفة عامة فان هذا الفطر يتواجد في نفس أماكن تواجد النوع السابق، إلا أنه يحتاج إلى الخشب الشديد الرطوبة، وهي شروط جد ملائمة للنمو والتطور مثل خشب البناء غير المحمي من المياه والرطوبة، أو الخشب المتصل بالأرضية الرطبة [2] .

تتواجد فطريات التجويفات خاصة في العمارات بين مواد البناء حيث يتسرب داخل شقوق و ثقوب الجدران، ومواد البناء وكذا الأسطح، وهو قادر على قطع عدة أمتار خلال انتشاره دون أن تتوفر عنده مواد غذائية، وفي أغلب الأحيان يتصل بالخشب لأنه وسط ملائم للتغذية، حيث ينمو بعيدا عن الأخطار بين الطبقات العازلة وتحت الدعامات الخشبية، وهو لا يشكل خطر العدوى إلا عند توفر الرطوبة العالية في الوسط[3] .

عند توفر شروط النمو العادية فان هذا الفطر يتشكل من مشيجة رقيقة وضعيفة، ويعرف الفطر من خلال روابطه السمراء القاتمة والمتشكلة على شكل جذور متكسرة وخيطية السمك، تبدو هذه الروابط الصغيرة جد رصينة و متصلبة، كما أنها تمثل التفرع النموذجي للخيوط الليفية القديمة، إذ أن لونها بني وتمر بالون الرمادي الفاتح، والأسمر الفاتح، لتصبح في الأخير سوداء اللون وأغلبية هذه الروابط تكون شعيرية

---

[1] C. Jacquiot, **Observation sur les relations entre la flore de champignons lignicoles et les traitements forestiers en foret**, travaux des naturalistes de la vallée de Loing, FASC, Paris, 1955, p. 10.
[2] C. Jacquiot, Op.cit, 1955, P57., p. 12.
[3] C. Christian, **Les champignons du bois**, Conseil canadien du bois, Lomer printers LTD, Canada, 2002, p. 62.

الشكل، حيث يصعب فصلها عن الخشب، وعند المحاولة تتكسر، وأي جزء يبقى عالقا بالجسم الخشبي يعاود النمو والتطور ليصبح فطر جديد ناقل للعدوى و الانتشار[1] .

يثمر هذا الفطر على شكل قشرة أو غشاء رقيق أسمر اللون مع وجود حواف بيضاء مصفرة معلقة في السطح، كما هو الحال للنوع الأسمر، كما لا نجده يحتوي على روابط تلتصق بالثمار، أي أن الثمار ليست مرتبطة بشبكة الخيوط الليفية، وله هيئة خضراء زيتونية، ولا تميز إلا بالعدسات المكبرة[2] (الصورة رقم: 26) .

3.1.1.2.II : البوريا *(Porias)*:

نوع آخر من الفطريات، يعرف باسمه العلمي بوريا فيالونتي *(Poria Viallanti)* الذي يتدخل على الخشب، ويعد من أخطر الأنواع، نظرا للأضرار التي تنتج عن تواجده، لكنه غير منتشر في العمارات و البناءات مقارنة مع النوعين السابقين[3] .

يتواجد هذا النوع من الفطريات على الخشب الراتنجي، لأنه يتغذى من مادة الراتنج التي تحتوي على مواد جليكوسيدية، ولكن يشترط في تواجده أن يكون الوسط ذو رطوبة عالية، وقبل أن تتطور إلى فطريات تكون عبارة عن كائنات مجهرية ملتصقة بخشب البناء الذي يكون ملامس لمواد البناء التي تحتفظ بنسبة رطوبة عالية، حيث يلتصق بشقوق وفتحات الجدران عندما يكون في طوره الأول، ثم ينتقل إلى الجسم الخشبي الذي يمثل له المكان المفضل والأخير للتغذية و للاستقرار [4].

يتميز هذا النوع عند ظهوره كفطر بمشيجته البيضاء المنتشرة بقوة، ولونها لا يتبدل مع مرور الزمن، ولها روابط تشبه تلك التي عند نظيرتها الأولى، لكنها تبدو صغيرة ومطاطية عندما تكون جافة، ولها قشرة رقيقة جدا، عليها مسامات ترى بالعين المجردة، وهي متدلية مثل بلورات الثلج المتجمدة[5].

---

[1] C.M. Moreau, **Etude mycologique de la maladie de l'encre du chêne**, Pathologie végétale et entomologie agricole de France, Edition Eyrolles, Paris, 1985, p. 62.
[2] Ibid, p. 62.
[3] C. Jacquiot, Op.cit, 1985, p. 52.
[4] C. Jacquiot, Op.cit, 1978, p. 70.
[5] C. Jacquiot, Op.cit, 1978, p. 72.

لهذا الفطر ثمار تتميز بمساماتها المرئية، وتتشكل تحت سطح الخشب بلون أبيض أو بني، والهيفة ليس لها لون ولا يمكن التعرف عليها إلا بالعدسات المكبرة[1] ، يشترط في تواجدها أن يكون الوسط بدرجة حرارة ما بين 3°م إلى 36°م، وأفضل درجة تكون ما بين 26°م الى27°م ورطوبة الجسم الخشبي مابين 35% إلى 45% [2] .

(الشكل رقم: 21)

4.1.1.2.II : لونزيت (Lenzite):

اسمه العلمي اللاتيني *(Blattling ou Gloéphyllum)*، هذا الفطر يتدخل في تلف خشب البناء، وبصفة خاصة تلك المتواجدة في الواجهات الخارجية كالنوافذ و الأبواب و الدرابزين، أين يفضل الاستقرار على الخشب الراتنجي بصفة خاصة، وقليل التواجد على الخشب الوريقي، وله مشيجة متواجدة إما داخل الشقوق، أو في فتوحات الأخشاب، أو بين الأخشاب المتلاصقة، يتأثر هذا النوع في نموه بدرجة الحرارة إذا زادت عن مابين 5°م إلى 35°م، وكذا الرطوبة المفضلة هي 40 %، هذا ما يفسر مدة حياته القصيرة في المناطق الجافة والحارة[3] .

وبصفة عامة فان مشيجة الفطر لا تظهر على السطح، وعندما يتدخل على البنية الخشبية يحدث تلف بلون أسمر يبدأ من داخل الجسم الخشبي ولا يلاحظ هذا التلف إلا عندما يصبح في طوره النهائي، الذي يتطابق مع ظهور جهاز الإثمار، وعند الإصابة بهذا الفطر فان الخشب يظهر عليه شرائط محبوكة من الخيوط السمراء أو الصفراء، التي تأخذ فيما بعد لون أسمر محمر[4] ، وعليه فان هذا الفطر يتشكل بالأفضلية على سطح الخشب، قبل أن يأخذ أشكال متعددة، وعندما يبدأ بالإثمار تتكون شرائط طويلة و تتموضع على الخشب بأشكال نصف دائرية تخرج من بنية الخشب وتلتوي نحو الأعلى، وهيفة الفطر تتميز بإمكانية انتاشية عالية جدا[5] .

(1) C. Jacquiot, Op.cit, 1985, p. 52.
(2) Ibid, p. 53.
(3) D. Viala, Op.cit, p. 22.
(4) C. Christian, Op. cit, p. 41.
(5) C. Christian, Op. cit, p. 42.

ينمو ويتطور هذا الفطر في شروط مناخية متميزة، فالحرارة المفضلة لنموه تتراوح ما بين 29 °م الى30 °م، والرطوبة تقارب 38%[1] (الشكل رقم: 22) .

2.1.2.II : التعفن الأبيض "تلف اللجينين" (Pourriture Blanche).

التعفن الأبيض مظهر من مظاهر التلف التي تتسبب في ظهور عدة أنواع من الفطريات والطفيليات، ينتج هذا التعفن من خلال إتلاف أحد العناصر الأساسية المكونة للبنية الخشبية، ألا وهي مادة اللجنيين ذات اللون الأسمر، وفي بعض الحالات نجد أن مادتي السيليلوز والهميسيليلوز تتلفا بالموازاة مع تلف مادة اللجنيين، وتكون درجة التلف متفاوتة. حيث قلما تتلف مادتي السيليلوز الهيميسلياوز وإن حدث هذا فلا يكون بنفس درجة التلف مقارنة بما يظهر من خلال التعفن الأسمر السابق الذكر، بينما تلف مادة اللجنين فيكون بصفة كبيرة ودرجة عالية، ولذلك يطلق على هذا المظهر بتلف اللجنين وعندما تتلف هذه المادة يتلون الخشب باللون الأبيض و المسئول عن هذا اللون هو وجود مادتي السيليلوز والهميسيليلوز المتبقيتان بعد اندثار مادة اللجنين، ووصف هذا النوع من التلف يحتاج إلى تشخيص نوع الفطر المسئول عنه، إذ أن هناك عدة فطريات وطفيليات مسئولة عن ظهور هذا النوع من التلاف[1] ، ونذكر النوعين الأساسين التاليين:

***البقع الملونة (Tramâtes versicolore).**

***التعفن اللزج(Pourriture molle).**

ونتطرق إلى هذين النوعين بشيء من التفصيل، حيث أن درجة خطورتهما تكون في الغالب من الناحية الجمالية، إلا أن نوع التعفن اللزج يسبب في بعض الأحيان البنية الخشبية بدرجة من الضرر من خلال السوائل الناتجة عنه خاصة أثناء مرحلة الاثمار السنوية[3].

(1) D. Viala, Op.cit, P 22.
(2) H. Roques, **Précis de cryptogamie**, Librairie Maloine, Paris, 1952, P 229.
(3) D. Viala, Op.cit, P 18.

1.2.1.2.II : البقع الملون (Tramâtes versicolore).

هذا الفطر عبارة عن بقع ملونة بلون أبيض، وله مشيجة منغرسة في الحجم الخشبي، كما أنه يتميز بإثماره السنوي، الذي يكون على شكل قرميد، أو على شكل وريدات متفتحة الألوان، وحدود نموه تكون بلون أبيض، وينمو هذا الفطر في فصل الصيف الحار و الرطب، في درجة حرارة 35°م، ونسبة رطوبة تصل إلى 60%، ويختص في مهاجمة الخشب الوريقي بصفة خاصة، ويتلف مادة اللجنين من خلال استهلاكه لها بعد أن يحللها باعتبارها مادة غذائية مماثلة، ويتواجد في الغالب ضمن تجويفات الأخشاب التي تلامس الأرضيات الرطبة، زمن حيث درجة الخطورة التي يمكن أن تنتج عن تواجده فانه يصنف مباشرة بعد نوع الفطريات الباكية، إضافة إلى الأضرار التي يسببها من الناحية الجمالية ، حيث أنه ينتشر على البنية الخشبية من خلال توزيع مشيجته القرميدية اللون و الشكل[(1)] (الشكل رقم: 23) .

2.2.1.2.II : التعفن اللزج (Pourriture molle).

أصل هذا النوع من التلف عبارة عن مظهر لتاف الخشب الناتج عن تدخل عدة فطريات أخرى وهو مصنف تحت اسم التعفن الأبيض، نظرا لمظهره الذي هو عبارة عن هلام لزج ذو لون أبيض، يظهر كقشرة لزجة فوق سطح الخشب، ثم يتمادى في التفاقم واستهلاك المكونات الخشبية الكيميائية وخاصة مادة اللجنين، لهذا السبب يصنف ضمن نوع التعفن الأبيض، ويمكن أن ينتج عن تواجده مظهر آخر للخشب، وهو ظهور الخشب على شكل مكعبات متقطعة[(2)] ، ولقد سبق أن تطرقنا إلى وصف هذا المظهر في النوع الأول (التعفن الأسمر).

ينتشر التعفن اللزج على الخشب الرطب، المتصل بالأرضية أو مواد البناء في درجة حرارة20°م، و نسبة رطوبة تتراوح مابين 50% إلى 120%، ويشكل أضرار بليغة، تنعكس في بداية الأمر على الناحية الجمالية، كتلون الخشب مثلا، ومع مرور الوقت وتزايد نشاط الفطر بمساعدة بعض الإنزيمات، تصل خطورته إلى إتلاف مادة

---
(1) H. Roques, Op.cit, p 231.
(2) C. Jacquiot, Op.cit, 1967, P 60.

اللجنين، وبعدها المواد الأخرى كالسيليلوز الهيميسليلوز، و النشا، وحينها يفقد الخشب مقاومته، وصلابته، ويصبح غير صالح للاستعمال[1] .

ينتج التعفن اللازج من خلال تواجد بعض أنواع الفطريات، التي في الغالب ما تكون مسئولة عن ظهور هذا التلف أو التعفن، وهي تنطوي ضمن عائلة كبيرة الأنـ ـ ـ ـ ـ ـ ـواع تسمى الزقيات (Ascomycète) و تجدر الإشارة إلى أنه لا يمكن التفريق بين أنواع هذه العائلة إلا من خلال الدراسة المخبرية الدقيقة والمعمقة، وباستعمال الميكروسكوب الالكتروني، حيث أن هذه الأنواع تتشابه فيما بينها من حيث الخصائص الفيزيولوجية الإنشائية والمكونات الكيميائية والإنزيمية[2] ، وعليه فمن الصعب التفريق بينها، هذا ما يجعلها تسمى في الغالب باسم عائلتها.

تقوم هذه الفطريات بإنتاج مضادات حيوية بعضها قابل للتبخر، والبعض الآخر غير قابل للتبخر، هذه المضادات الحيوية تساعد الفطر على الاستنشاق، فيما يساعد البعض الآخر على طرد الفطريات والكائنات المجهرية المتطفلة على الفطر النشط، وخاصة نوع البوريا، ونفس الدور تقوم به البكتيريا المرافقة أو المتعايشة مع هذه الأنواع الفطرية، ويطلق على هذا السلوك في عالم البيـ ـولوجـ ـيا و البيـ ـوكيمياء مصطلـ ـ ـح التـ ـخاصم أو التنـ ـ ـافر(Antagonisme) [3] .

لقد تم استثمار هذه المضادات الحيوية في محاربة بعض الفطريات الهدامة، وهذه الفكرة لا زالت قيد الدراسة، ويبقى إنتاج واستخدام هذه المضادات الحيوية مقتصرا على مصدرها الأول أي الفطريات[4] (الشكل رقم:24،25) .

2.2.II: الفطريات الرمامة(Champignons Saprophytes).

يمكن للفطريات المتطفلة على الأجسام الليفية أو اللجينينية أن تتبع نشاط الفطريات الرمامة على الخشب، وأغلب هذه الفطريات باستطاعتها استعمال المكونات الأساسية لجدار الخلية الخشبية وهي بالذات الفطريات الرمامة.

(1) Ibid, P 62.
(2) C. La petite, Op.cit, 1970, P 31.
(3) C. Jacquiot, La petite (C), Op.cit, P 21.
(4) C. Jacquiot, C. La petite, Op.cit, P 25.

على المستوى الفيزيولوجي و الايكولوجي فان هذا النوع من الفطريات يمكن التعرف على أنواعه من خلال التعفن أو التلف الناتج عنه(تلف تكعيبي، تلف ليفي، تلف أنبوبي أو نخروبي)، و الذي تنتجه النشاطات الهدامة(Les Activités lignivores) للفطر، التي لها ميزات خاصة في التأثيرات المربوطة بأبعاد و أوضاع الهيكل الخشبي المنحل، من بين أقسام الفطريات الرمامة نجد هناك نوع يتمركز في المناطق الليفية للبنية الخشبية، وتبقى متأقلمة مع مختلف مراحل التحولات و التغيرات التي تمر بها البنية الخشبية خلال مدة الاستعمال، مواصلة لنشاطها القائم على تحليل مختلف المكونات الكيميائية و الفيزيائية للبنية الخشبية.[1]

على تعدد أنواع عائلة الفطريات الرمامة فإنها لا تصيب منطقة الشكير(L'aubier)، هذا لا يعني أن هذه المنطقة تحتوي على مواد مقاومة للفطر، حيث أن مشيجة الفطر نجدها ملتحمة مع ألياف هذه المنطقة، لتنتقل فيما بعد إلى منطقة القلب حيث تقييم مستعمراتها الفطرية، وتتفاعل مع خلايا هذه المنطقة، وتستهلك المواد الغذائية المتواجدة فيها.[2]

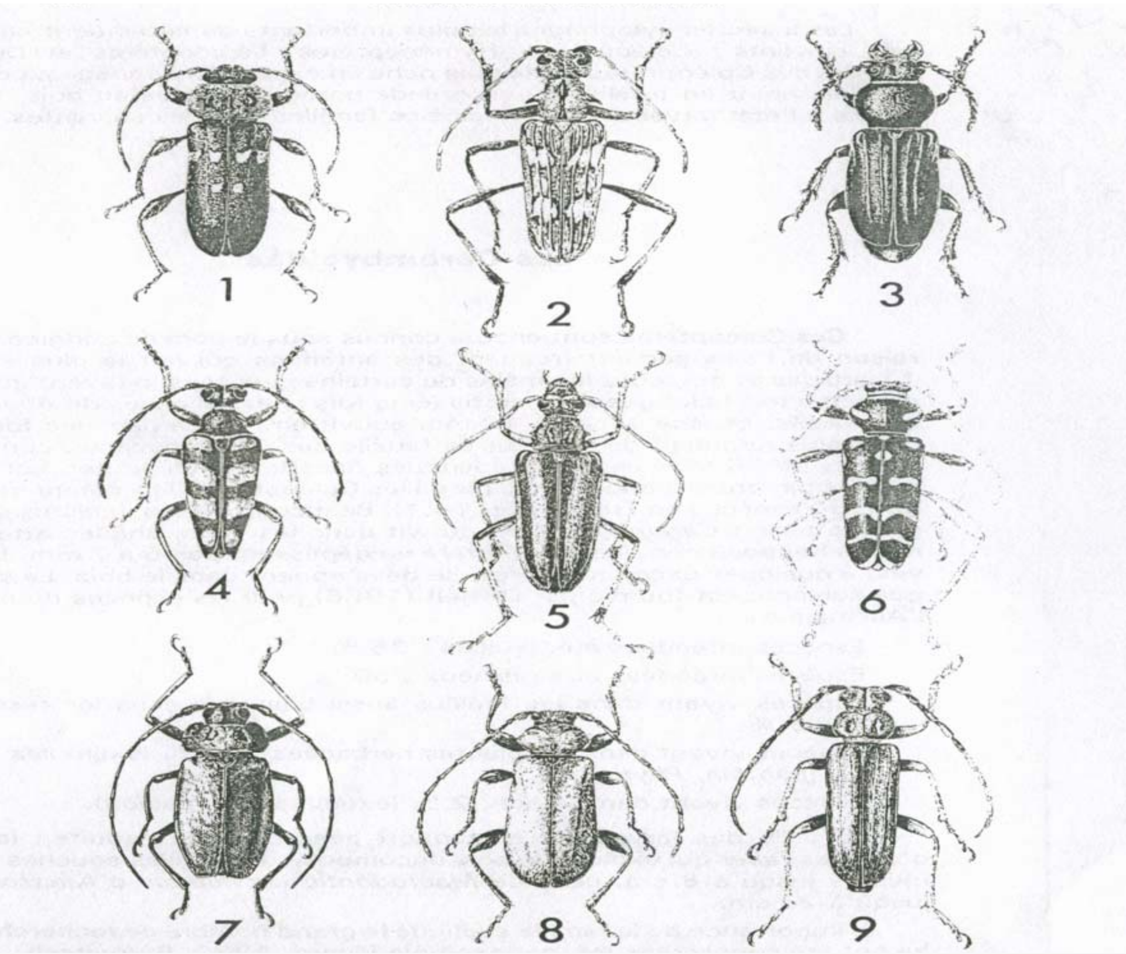
تواجد مختلف أنواع الفطريات على الهياكل الخشبية يكون من جهة على حسب نوع الخشب، ومن جهة أخرى على حسب ضخامة أو حجم هذا الأخير، و بإمكان هذه الأنواع الهدامة و الجد نشيطة، أن تشكل نوع من أنواع التلف الليفي خلال مدة أربعة أشهر، حيث يفقد الجسم المصاب حوالي 40 % من حجمه في منطقة الشكير لبعض الأنواع الخشبية، كخشب الزان مثلا، ومن 20 % إلى 35 % بالنسبة لخشب البلوط، خلال فترة لا تزيد عن عامين[3].

أنواع الفطريات التي سلف ذكرها، وحدها القادرة على مهاجمة الخشب الأثري، والتي توصف بصفة هدم المكونات الأساسية للبنية الخشبية، إضافة إلى أنواع البكتيريا و الإنزيمات التي ترافقه، ما عدى ذلك لا يمكن لأي جسم أخر أن يلحق بالبنية الخشبية أضرار التعفن والتحلل البيولوجي[4] .

---

(1) C. Jacquiot, C. La petite, Op.cit, P 51.
(2) C. Jacquiot, Op.cit, 1978, p. 51.
(3) D. Viala, Op.cit, P271.
(4) W.P.k. Findlay, **Studies in the physiology of Wood – destroying fungi**, Botanique institutue, new series, 1940, pp. 701, 708.

تشكل أنواع الفطريات السالفة الذكر خطر هدم وإتلاف البنية الخشبية إذا ما توفرت لديها شروط العيش و التطور، ويلاحظ أن هذه الفطريات لها نوعين من التدخل أحدهما يكون على مستوى عمق البنية الخشبية – جدار الخلايا- حيث المكونات الكيميائية الأساسية وهو نوع مدمر للألياف وللهيكل الخشبي بصفة عامة، والآخر يكون على مستوى سطح الخشب ويظهر من خلال البقع المختلفة الألوان، وهذا الأخير تاف يقل خطورة عن النوع الأول لكن إذا ما تعلق الأمر بإصابة مواد لها قيمتها التاريخية و الأثرية فلا يمكن الاستهانة بخطورته.



(1) : Hylotrupes bajulus, (2) : Rhagium bifasciatum, (3) : Spondylis buprestoides, (4) : Leptura aurulenta, (5) : Oxymirus cursor femelle, (6) : Plagionotus arcuatus, (7): Ergates faber male, (8): Pyrrhidium sanguinrum, (9): Arhopalus rusticus.

الشكل رقم(5): بعض أنواع الحشرات من عائلة الزعقوقيات.

عن: (D.Roger,1980)

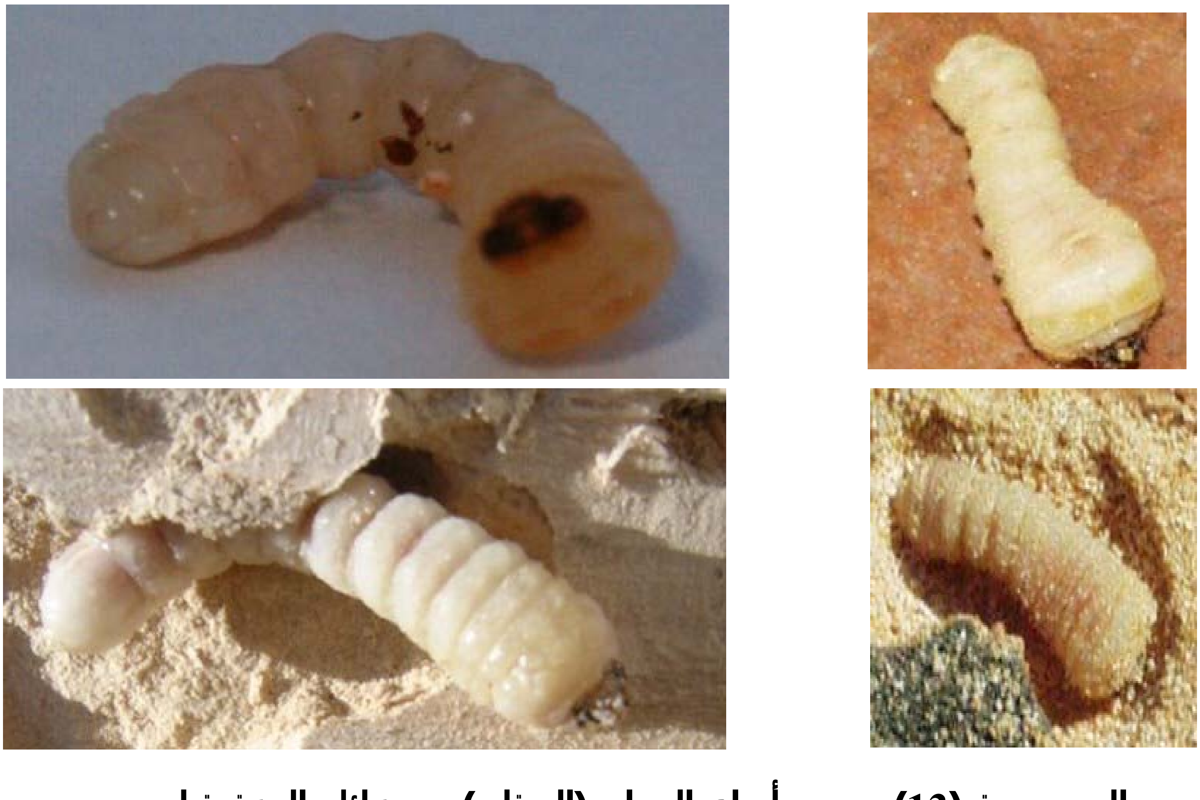


1 2 3

(1): الدودة (اليرقة)، (2،3): الحشرة البالغة (العفياء).

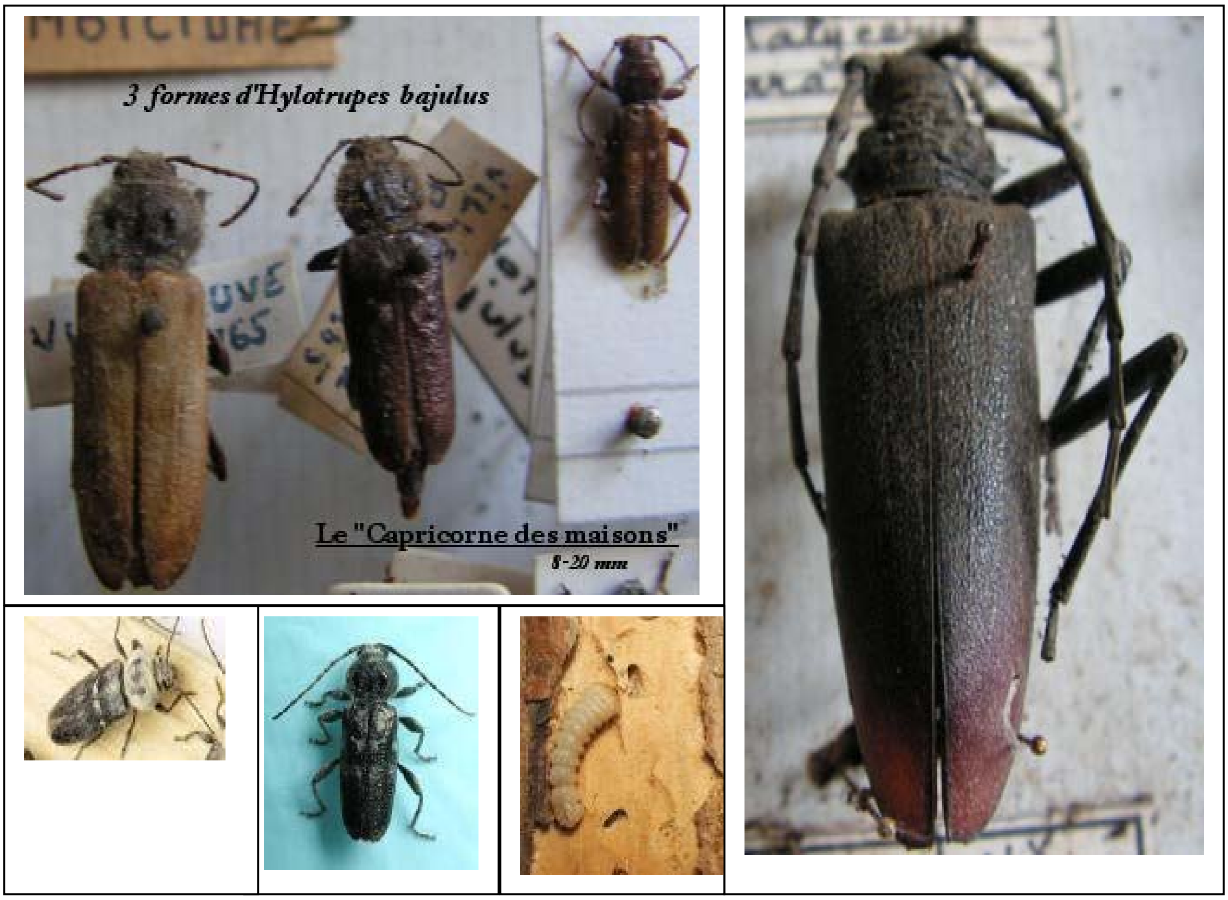
الصورة رقم (12): بعض أنواع الحشرات من عائلة الزعفوقيات.

عن:(Z.Juri, M.Chavala, 1990) بتصرف.



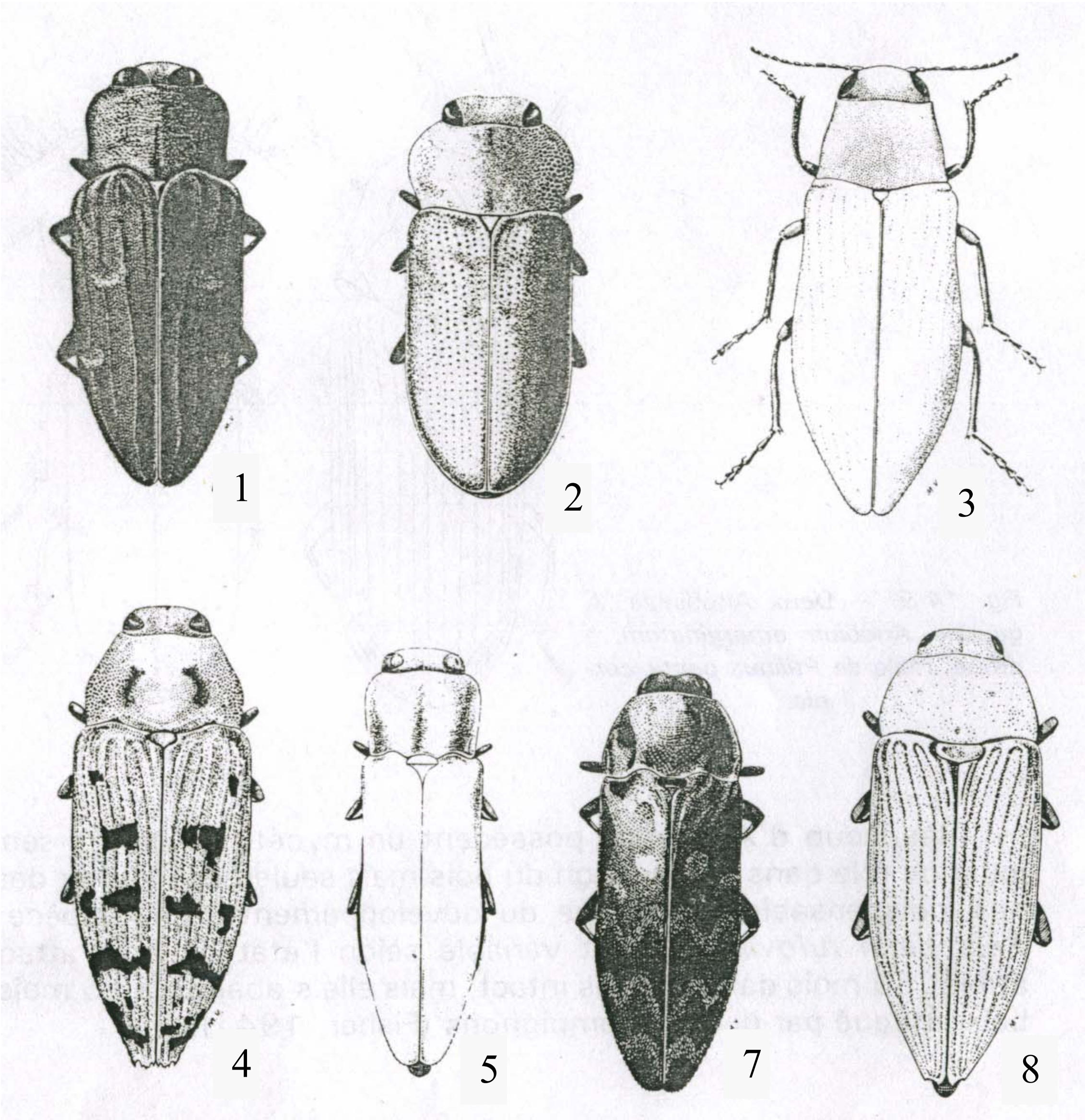
الصورة رقم(13): بعض أنواع الديدان (اليرقات) من عائلة الزعفوقيات.

(عن:CTBA, 2004)



الصورة رقم(14): القرنبيات (عائلة الزعفوقيات)، شكل الحشرة اليافعة و شكل الدودة في الرواق.

(عن:CTBA, 2004)



الشكل رقم(6): بعض أنواع الزفنبوتات (عائلة الزعفوقيات).

(1) : Chrysobothris affinis, (2) : Anthaxia nigritula,
(3) : Kisanthobia ariasi, (4) : Lampra festiva, (5) : Agrilis sulicicollis,
(6) : Coroebus undatus, (8) : Eurythyrea austriaca

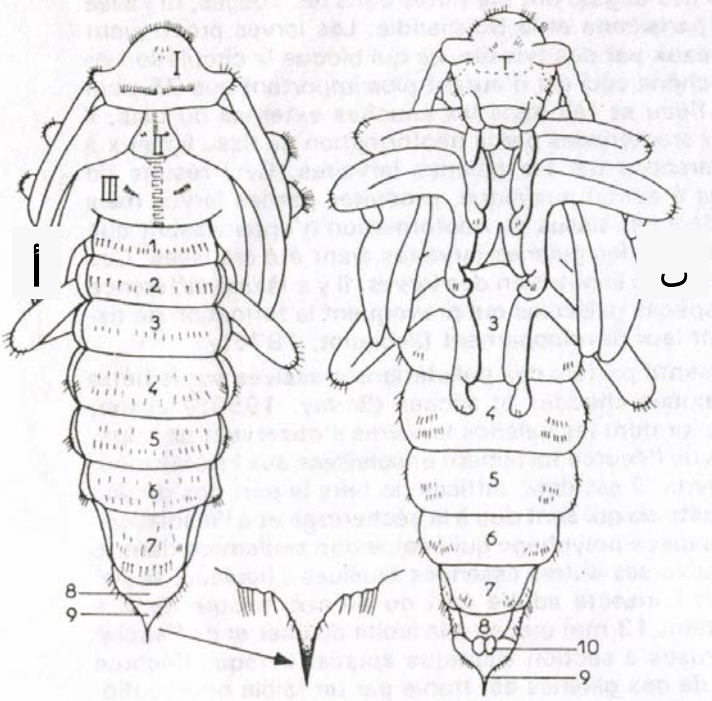
عن:(D.Roger,1980)

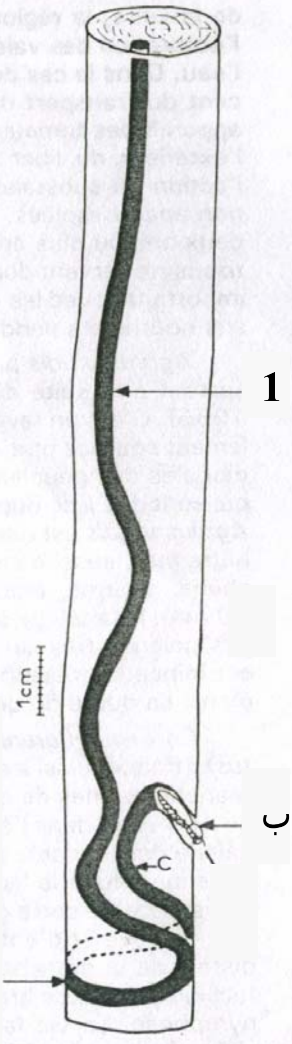

ب


أ

الصورة رقم (15): حشرة المحظار، أ: فتحات الحشرة، ب: دودة النوع.

عن:(CTBA, 2004)





الشكل (1) نموذج لأروقة تحرك أنواع الزقنبوتات حيث أن:

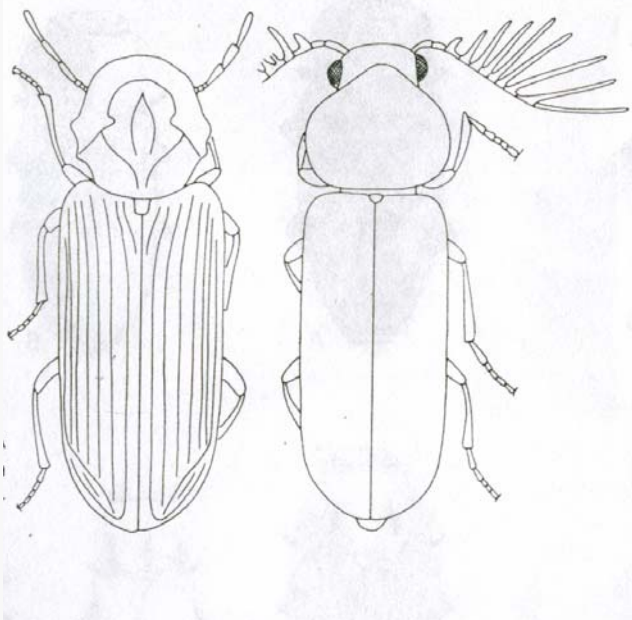
(أ) يمثل رواق حلقي للتعشيش و(ب) مخرج العفياء.

الشكل (2) رسم تشريحي الزقنبوتات خلال طور الخدارة.

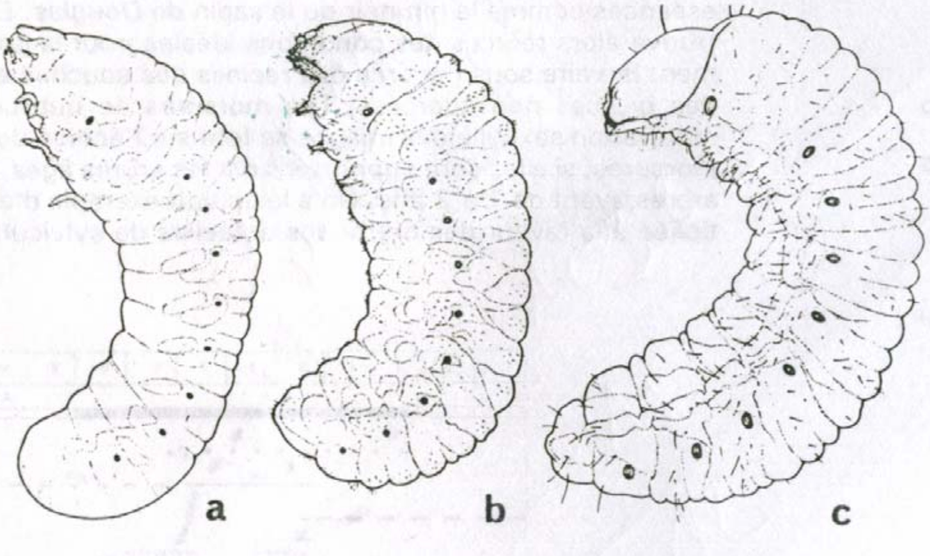
(أ) ذكر الحشرة و(ب) أنثى الحشرة.

الشكل رقم (7): رسم نموذجي للمكونات التشريحية و أروقة الزقنبوتات.

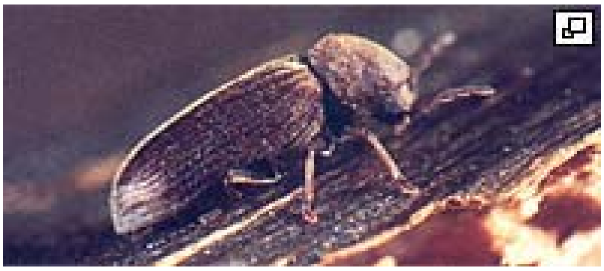
عن:(D.Roger,1980)



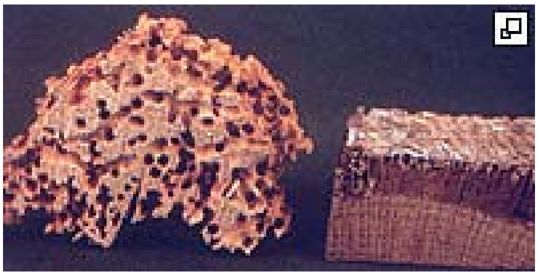
الشكل رقم (8): نوع من أنواع الأنوبيديا (عائلة الزعفوقيات)
على اليمين ذكر الحشرة و على اليسار الأنثى.
عن:(D.Roger,1980)



الشكل رقم (9): بعض أنواع ديدان الأنوبيديا.
عن:(D.Roger,1980)

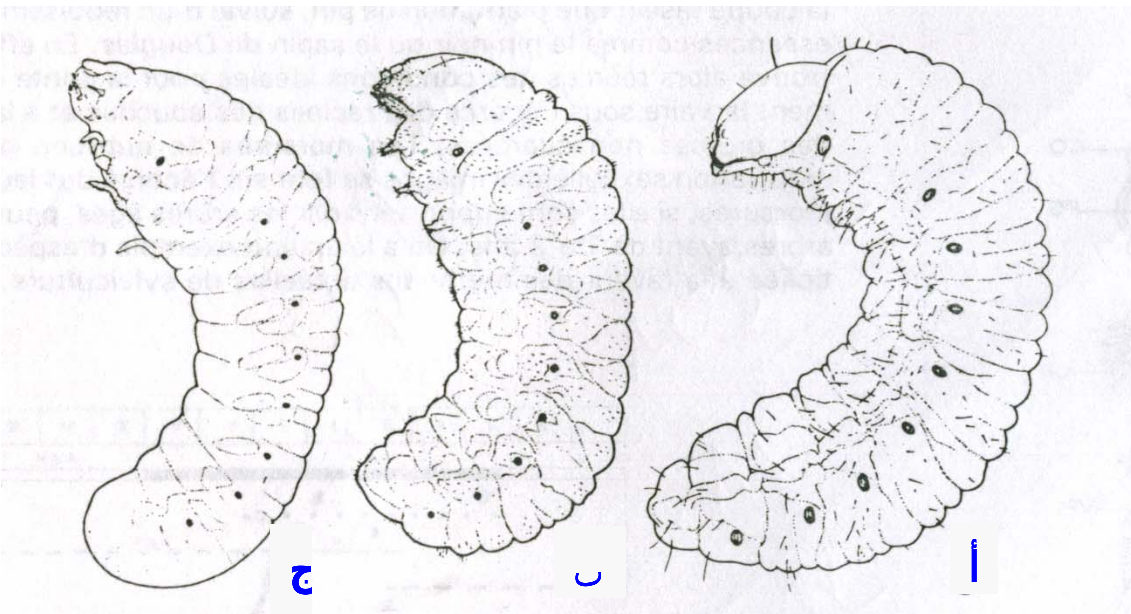

أ


ب


ج

الصورة رقم (16): الكستوبة، أ: الحشرة، ب: الدودة، ج: آثار تواجد الحشرة.

عن: (CTBA, 2004، بتصرف)

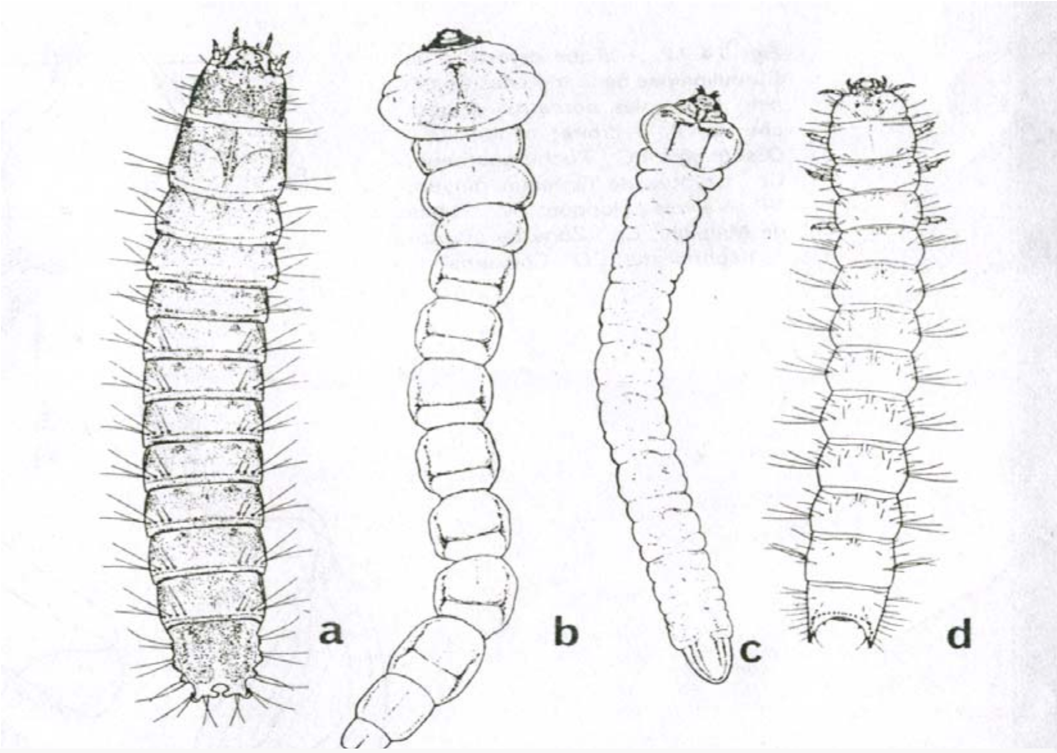


الشكل رقم (10): ديدان البطريشيات.

أ: هيلوبيس أبيتيس. ب: أنتريبيديا.

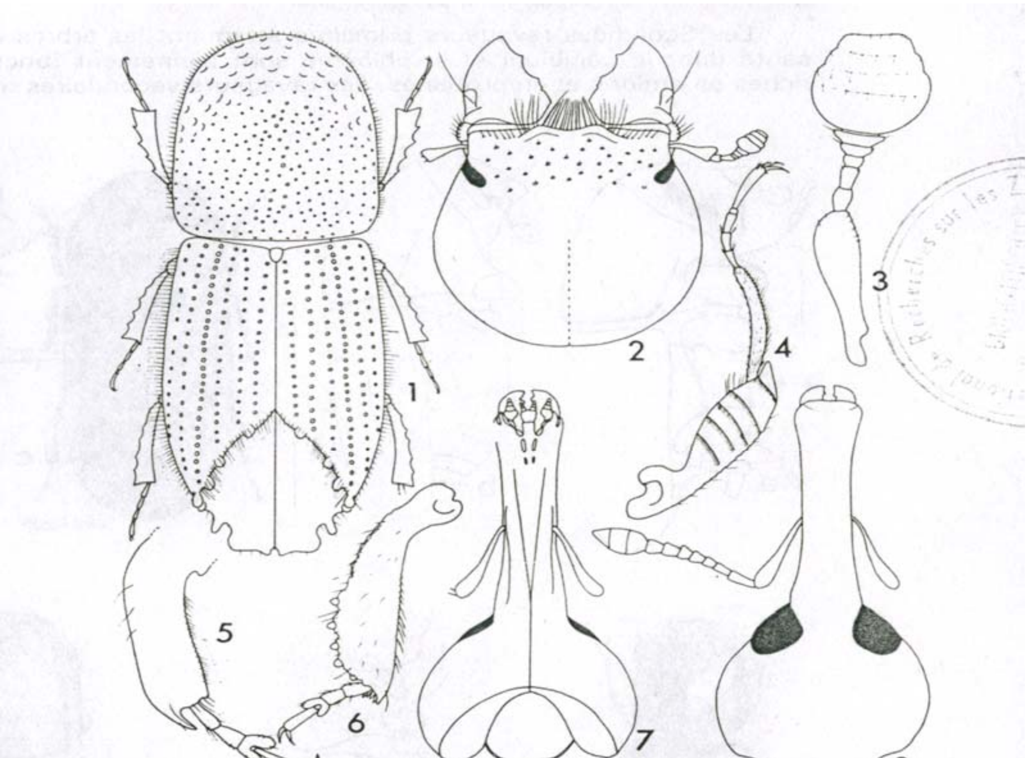
ج:بطريشة الكابيكينيس.

عن: (D.Roger, 1980)، بتصرف.



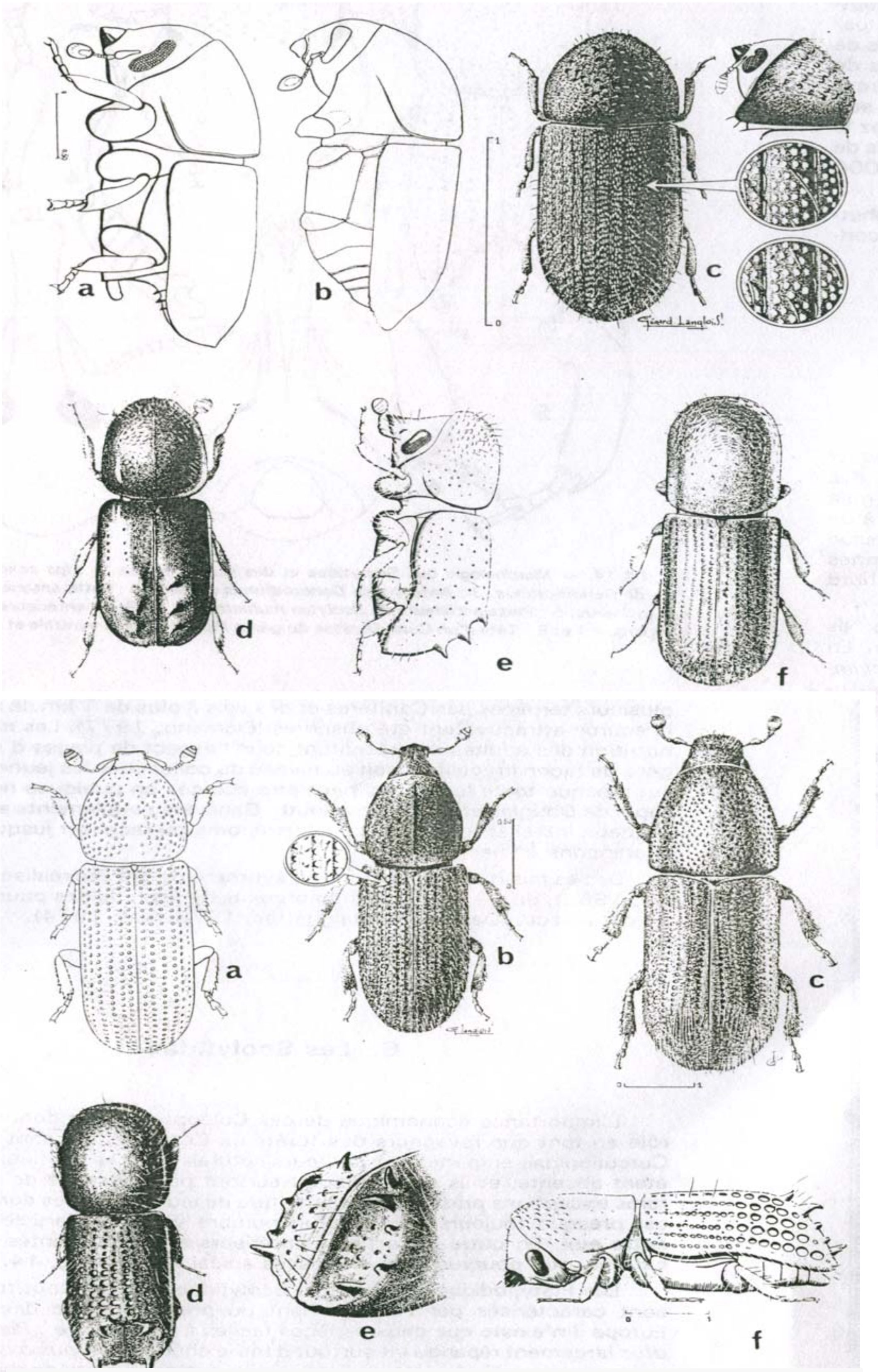
الشكل رقم (11): ديدان السوسيات.

عن: (D.Roger, 1980)



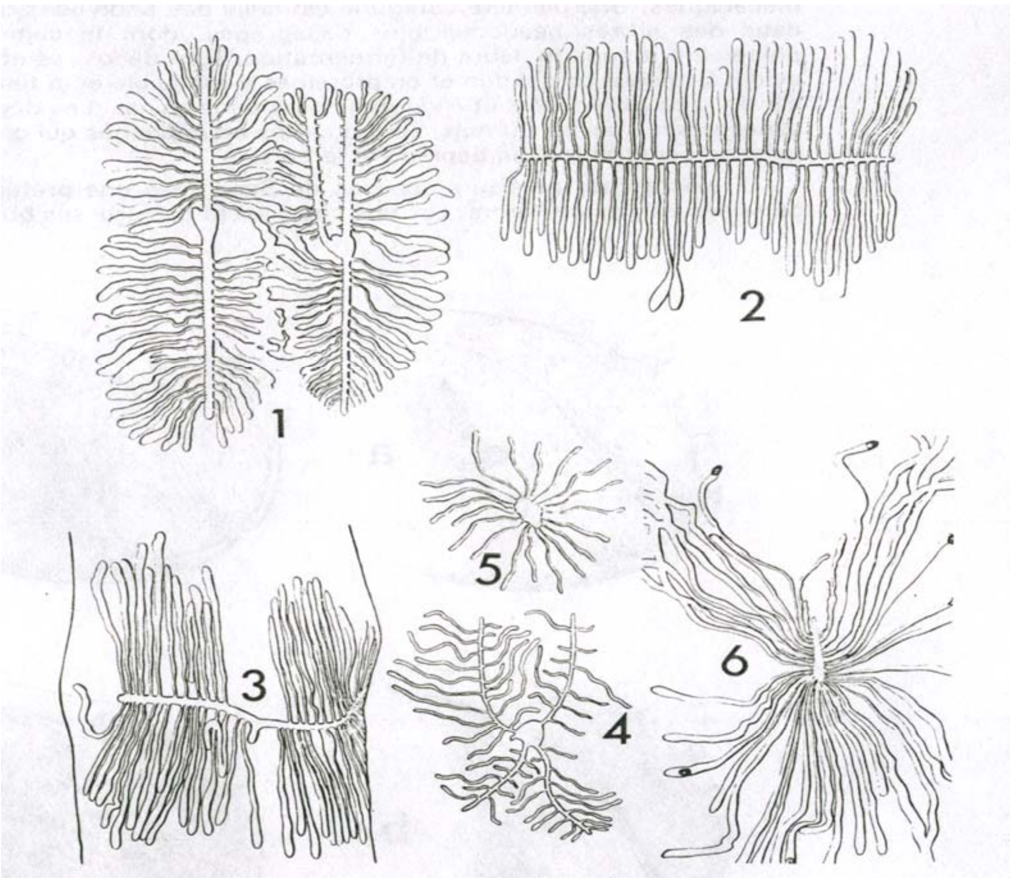
الشكل رقم (12): مورفولوجية حشرة السكوليتيد.

عن: (D.Roger, 1980)



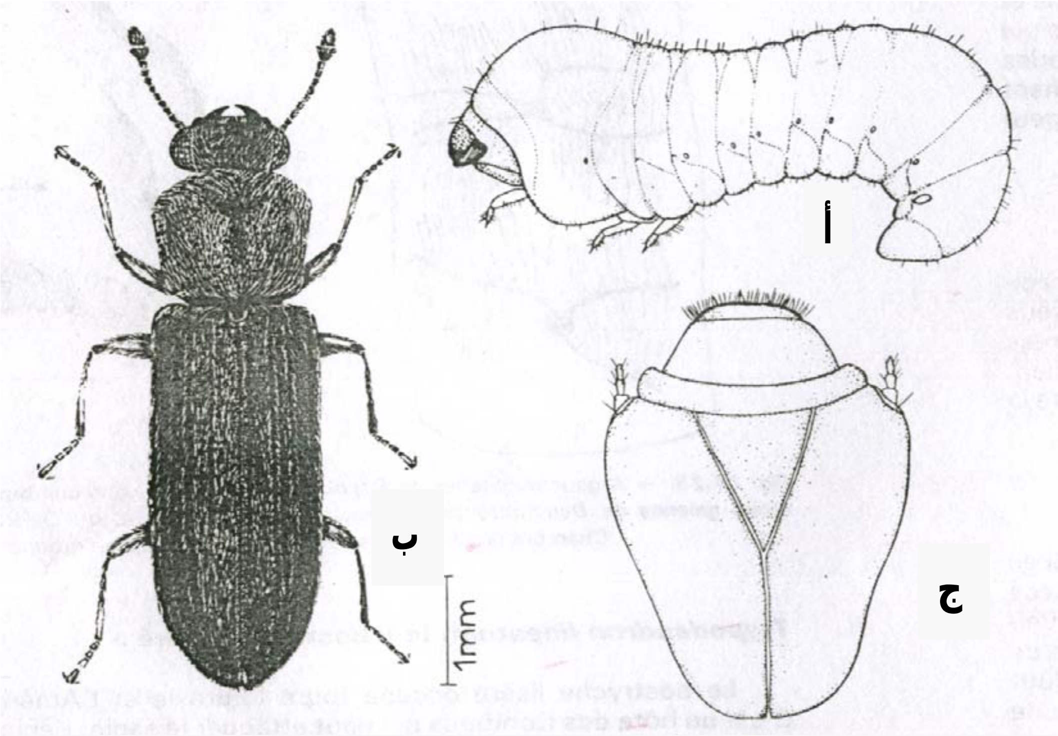
الشكل رقم (13): بعض أنواع حشرات السكوليتيد.

عن: (D.Roger, 1980)



الشكل رقم (14): بعض أنواع أروقة حشرة و دودة السكوليتيد.

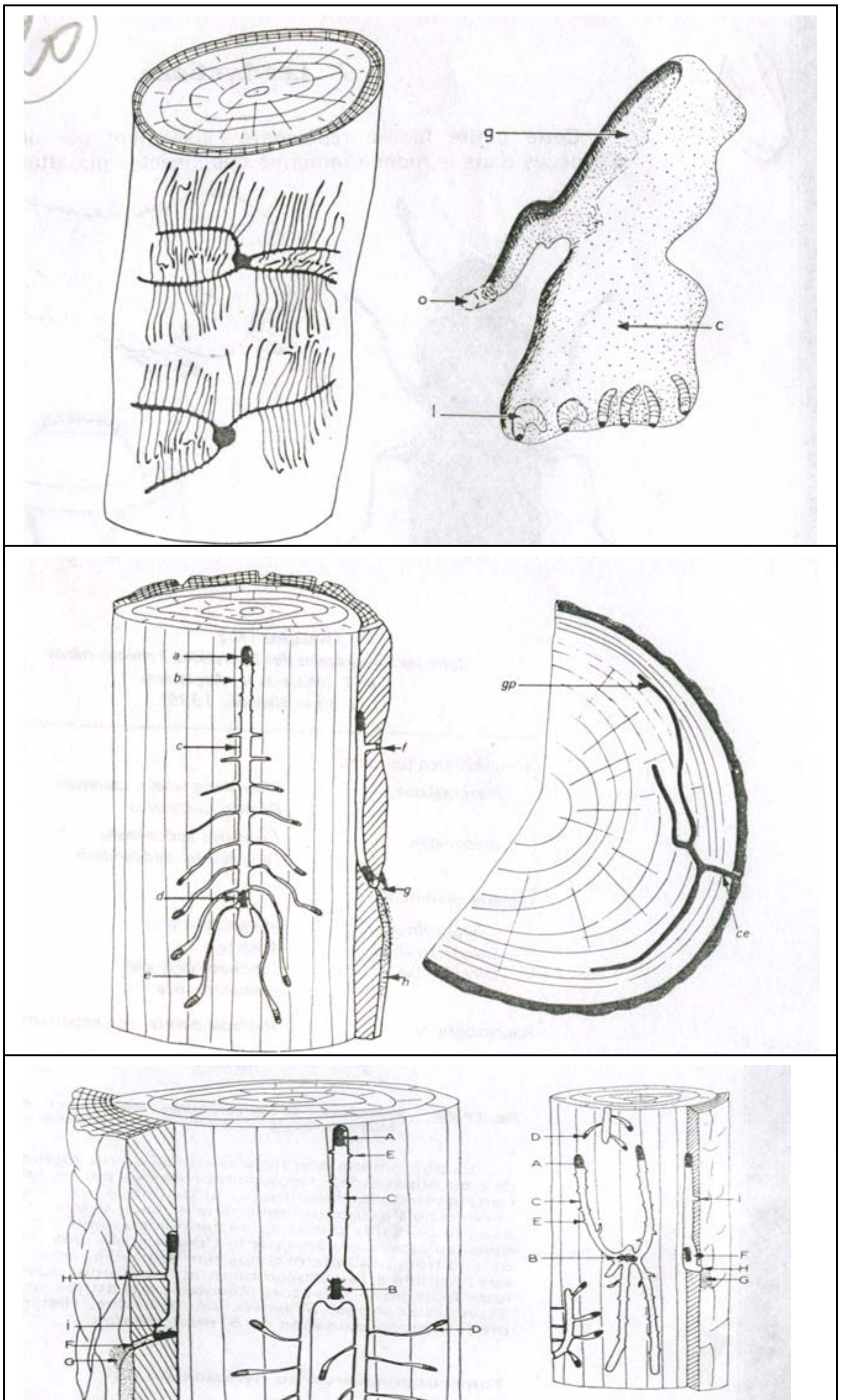
عن: (D.Roger, 1980)



الشكل رقم (27): حشرة الليكتيس.

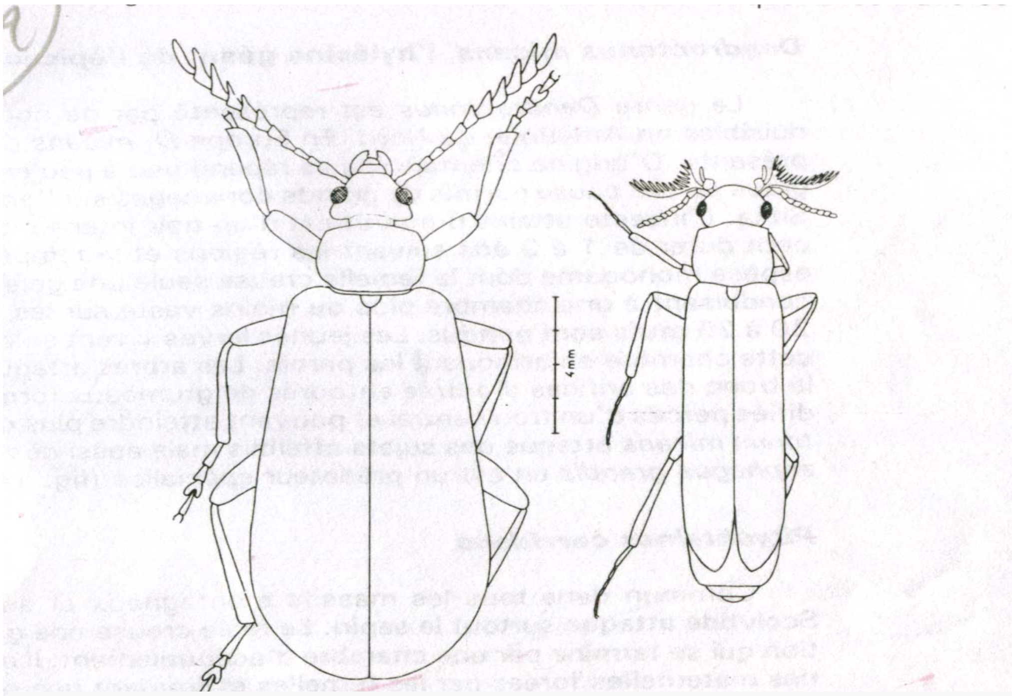
أ: اليرقة، ب: الحشرة، ج: رأس الحشرة.

عن: (D.Roger, 1980)، بتصرف.



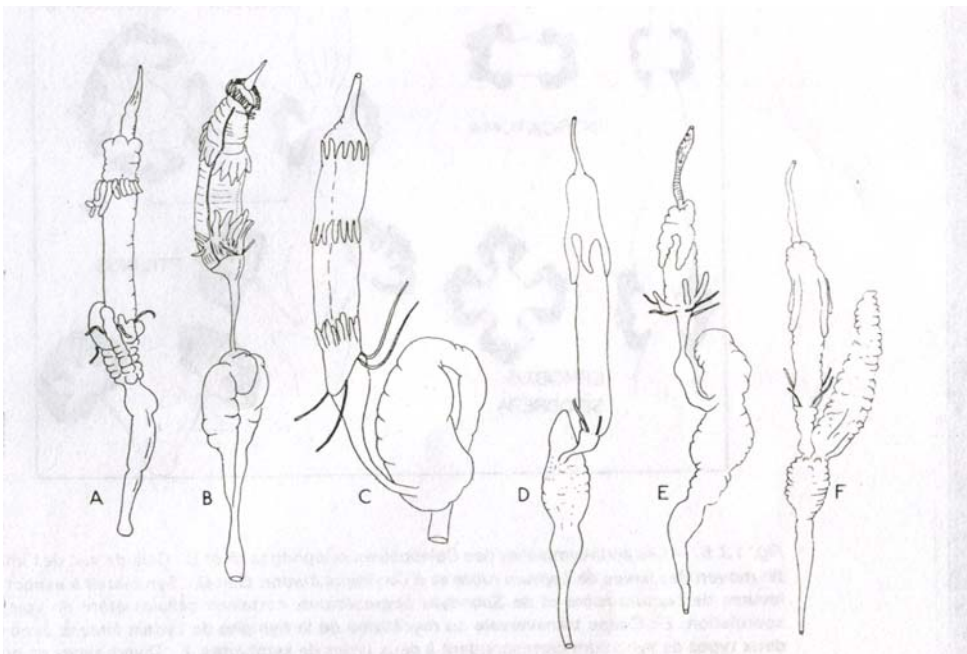
الشكل رقم (16): أنواع الأروقة الخاصة بحشرة الليكتيس

عن: (D.Roger, 1980)، بتصرف.



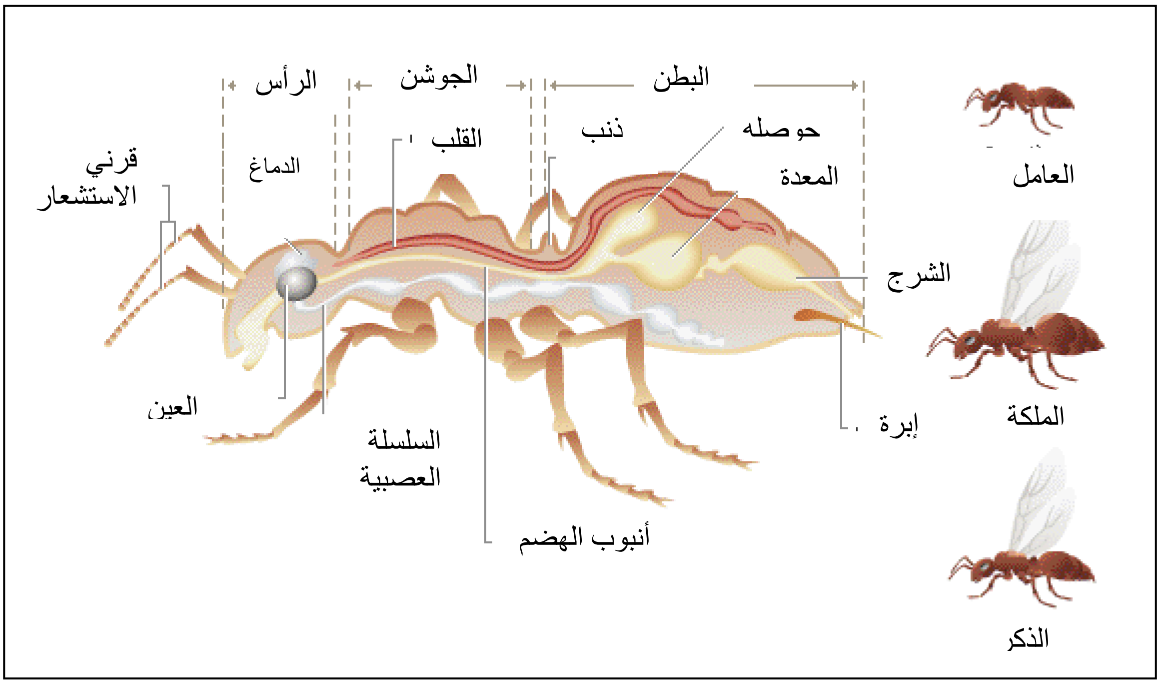
الشكل رقم (17): حشرة الليميكسلونيد.

عن: (D.Roger, 1980)



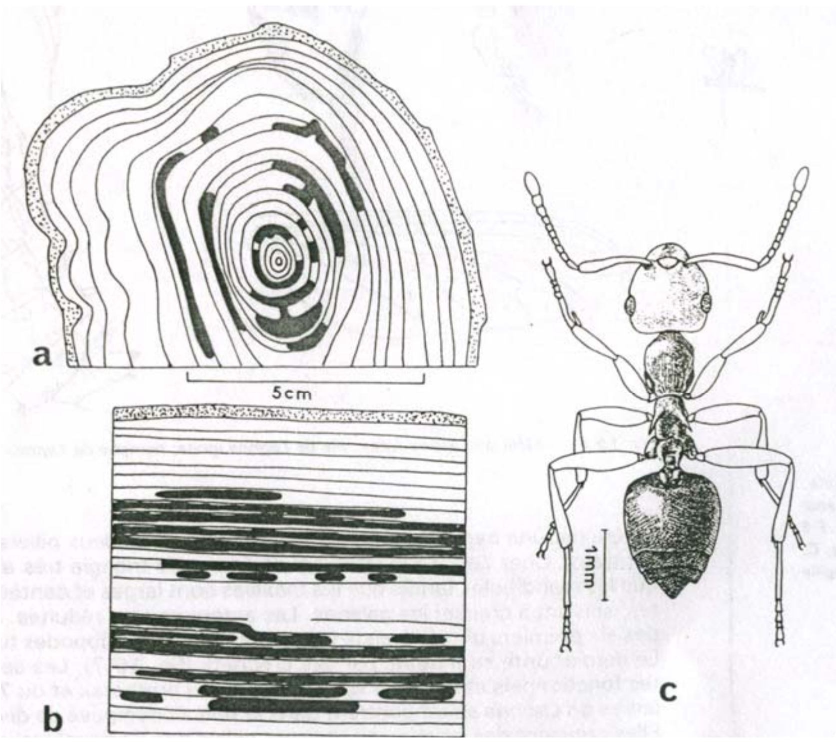
الشكل رقم (18):بعض أنواع أجهزة قرض الخشب الخاصة بالعنظوب.

عن: (D.Roger, 1980)



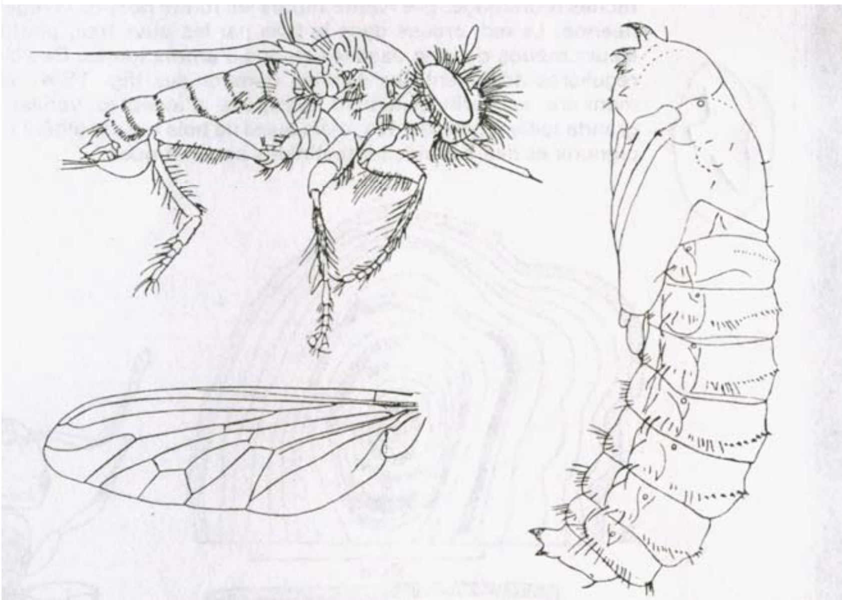
الشكل رقم (19): رسم تشريحي لجسم نملة الخشب.

عن:(Microsoft ENCARTA 2007, Etudes DVD)، بتصرف.



الشكل رقم (20): نملة الخشب وأروقتها .

عن: (D.Roger, 1980)



الشكل رقم (21): على اليمين يرقة الأسيليد و على اليسار الحشرة البالغة

عن: (D.Roger, 1980)



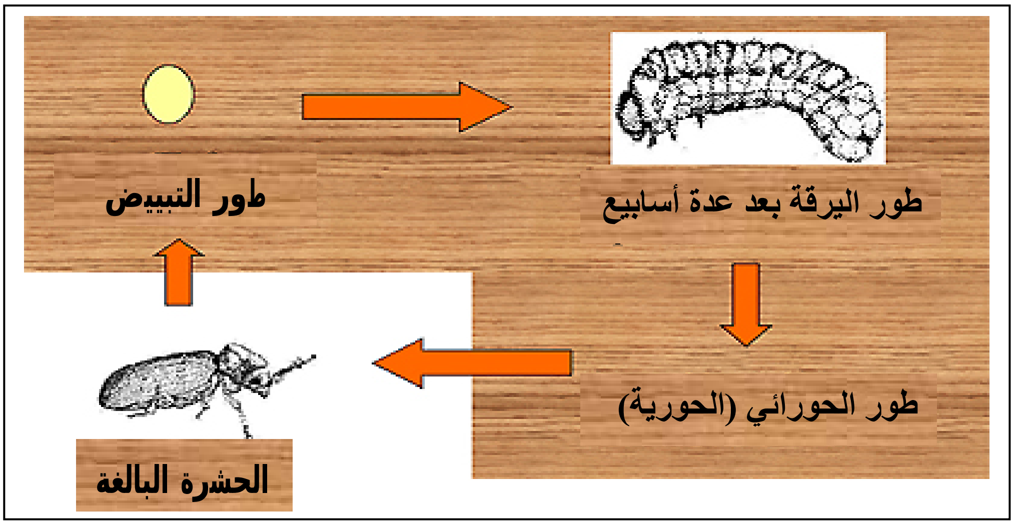
الصورة رقم (17): صورة توضح عملية تكاثر الأرضة.

عن:(Microsoft ENCARTA 2007, Etudes DVD)، بتصرف



الشكل رقم (22): جهاز الأرضة الخاص بتحليل مادة السيليلوز.

(عن: Z.Juri, M.Chavala, 1990)

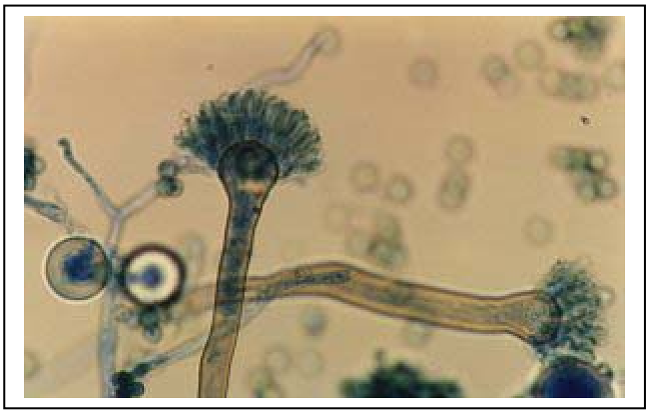


الشكل رقم (23): الأطوار الأساسية لتطور الحشرة.

عن: (Microsoft ENCARTA 2007, Etudes DVD)، بتصرف.



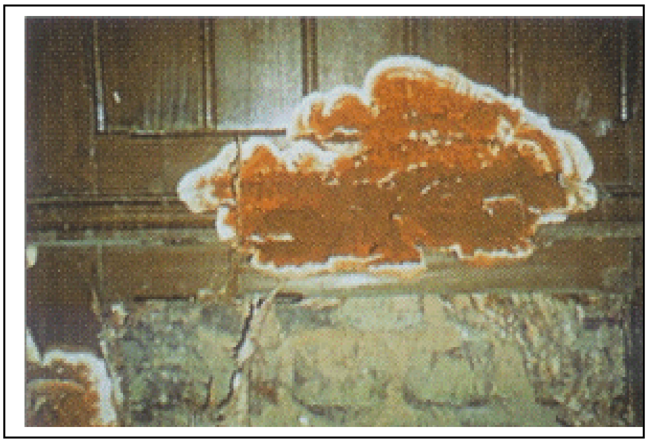
أ: التعفن المكعبي.



ب: صورة ميكروسكوبية لميريل الباكية.



ج: بداية ظهور ميريل الباكية.



د: صورة إثمار الفطر.



و: صورة انتشار الفطر.

الصورة رقم (18): ميريل الباكية، نوع الفطريات المتسببة في ظهور التعفن الأسمر.

عن:(C. Christian, 2002)





الصورة رقم (19): كورنيفور التجويفات، نوع الفطريات المتسببة في ظهور التعفن الأسمر.

عن:(C. Christian, 2002)





الصورة رقم (20): البوريا، نوع الفطريات المتسببة في ظهور التعفن الأسمر.

عن:(C. Christian, 2002)



الصورة رقم (21): لونزيت، نوع الفطريات المتسببة في ظهور التعفن الأسمر.

عن:(CTBA, 2004)



الصورة رقم (22): ترامت متعددة الألوان، نوع الفطريات المتسببة في ظهور التعفن الأسمر.

عن:(CTBA, 2004)



الصورة رقم (23):صورة ميكروسكوبية للتعفن اللازج.

عن:(D.G .Avat, D. Dirol, et autres, 2000)



الصورة رقم (24):صورة ميكروسكوبية للتعفن الأبيض الناتج عن تلف مادة اللجنيين.

عن:(D.G.Avat, D. Dirol, et autres, 2000)



أ: بداية ظهور بقع الفطريات التي تلون سطح الخشب بألوان مختلفة.



ب: صورة ميكروسكوبية توضح الإصابة الأولية بالفطر.

ج: تغير لون الجذع الخشبي بسبب تواجد الفطريات.



د: صورة ميكروسكوبية توضح ظهور مشيجة الفطر التي تليها عملية الإثمار.

الصورة رقم (25): المراحل الأساسية التي تمر بها الفطريات خلال تطورها.

عن:(H.Growe, 2004)

~الفصل الثالث~
تشخيص عوامل التلف البيولوجية ومناهج معالجة وصيانة وترميم الخشب الأثري.

الفصل الثالث: التشخيص والمعالجة:

III .1: التشخيص:

من بين البديهيات المتعارف عليها علميا، فإن أي معالجة علمية أو منهجية لأي مادة ما، خاصة عندما يتعلق الأمر بمواد لها قيمة أثرية وتاريخية وفنية، كالخشب الأثري، يجب أن تمر عبر مرحلة التشخيص العلمي الدقيق لعوامل التاف البيولوجية، من أجل وصف العلاج المناسب وتحديد المراحل الأساسية التي يجب أن تمر بها، وكباقي مناهج التشخيص فإن التشخيص العلمي في هذا الميدان يقتضي:

III .1.1: الأدوات والتجهيزات:

إن الأدوات والتجهيزات التي نتطرق إلى ذكرها فيما يلي، ليست ضرورية أو إجبارية بصفة دائمة، وإنما تكون على حسب الإحتياجات والاستعمالات(1)، وهي:

- بطاقة فنية خاصة لتشخيص عوامل التاف البيولوجية.
- أدوات خاصة بتسجيل الملاحظات الأولية في عين المكان، وكأن تكون أدوات تقليدية كالورق والأقلام، أو استعمال التكنولوجيات الحديثة كالكمبيوتر المحمول مثلا، وتحدد هذه الأدوات على حسب طبيعة الإمكانيات، والوسط ولكن يجب أن نختار أدقهم وأسرعهم.
- مصباح كهربائي مع بطاريات قابلة للشحن، هذه الأداة ضرورية في هذا النوع من التشخيص ذلك أن عوامل التاف البيولوجية تفضل الأماكن المظلمة والضيقة.
- أدوات حادة، كالمشرط(Bistouri)، مثقب أو مخرز(Poinçon)، هذه الأدوات تسمح بإجراء أسبار، التي من خلالها نتمكن من معرفة درجة وعمق التاف مع الأخذ بعين الاعتبار أدنى حد في الاستعمال.
- مطرقة ومقص خاص بالخشب، من أجل انتزاع عينات أو فصل الأجسام الخشبية المتضررة لكي لا يمتد التاف.
- ثاقبة كهربائية بدون موصل(Perceuse)، تستعمل هذه الآلة في إحداث ثقب أو عدة ثقوب في العناصر الخشبية المرصعة، من أجل معرفة حالتها.

---

(1) D.G .Avat, D. Dirol, et al**, Le traitement du bois dans la construction**, 2eme édition Eyrolles, paris, 2000, p. 79.

- آلة رفع الأجسام الثقيلة من أجل الفحص المعمق.

- آلة قياس الرطوبة، تسمح بفحص ومراقبة رطوبة الخشب أو الجدران المتصلة بالأخشاب وكذا رطوبة الوسط، وتكون المراقبة دورية عندما تدوم مرحلة التشخيص مدة زمنية طويلة، كما لا ننسى البطاريات القابلة للشحن.

- سلم(Escapeau)، من أجل الصعود إلى الأماكن العالية.

- منظار(Jumelle)، تستعمل عندما نكون بصدد إجراء تشخيص في العمارات الشديدة الارتفاع، حيث تسمح بملاحظة الخشب حين يتعذر الصعود إليه.

- عدسة مكبرة، ضرورية هذه الأداة في الفحص التشريحي المسبق لبنية الخشب للتعرف على الكائنات المجهرية ولكن الفحص أو التشخيص المعمق يكون في المخبر المجهز.

- مرآة متصلة بعمود، بهدف التعرف على مظهر الخشب الذي يتعذر الوصول إليه ورؤيته، هذه الأداة لها ايجابية تجنب إحداث ثقوب أو تجويفات بغرض الفحص.

- بدلة وقفازات واقية ومعقمة، لتجنب الإصابة بالحساسية لبعض العوامل البيولوجية كالفطريات مثلا، لأن بعضها عندما تتواجد بكثرة في أماكن مغلقة تحدث تلوث للجو والمحيط، هذا ما يسبب حساسية لجلد الإنسان، وكذلك تجنب نقل بعضها إلى أماكن أخرى، كبيض الحشرات ومشيجة الفطر المثمرة.

- جهاز الكتروني ذا موجات سمعية (Onde acoustique) لاكتشاف تواجد الحشرات وهو جهاز جد متطور وحديث الاستعمال من طرف بعض المراكز المتخصصة في مراقبة خشب البناء.

وفي الأخير نقوم بإعداد تقرير دقيق عن عملية التشخيص ولهذا الغرض تستعمل الأدوات التالية:

- بوصلة(Boussole)، من أجل تحديد اتجاه العمارة، والهيكل الخشبي.

- آلة تصوير رقمية عالية الدقة، من أجل أخذ صور دقيقة للعناصر المصابة.

- مرقش (Pinceau)، كلاب (Pince)، أضرفة، أنابيب صغيرة، بطاقات لاصقة(Etiquettes)، علب بلاستيكية صغيرة من أجل أخذ العينات.

- أدوات الرسم البياني والرفع المعماري.

III .2.1: المراقبة (Inspection)

تسمح لنا هذه المرحلة والتي تعرف بالمراقبة أو التفتيش بالإلمام بالجانب المعرفي للمحيط ، حيث تقوم فرقة البحث بـ[1]:

*** جمع المعلومات الخاصة بتاريخ العمارة.**

- تاريخ العمارة.
- القيمة التاريخية والأثرية والفنية للعمارة ومكوناتها.
- الوظيفة التي تشغلها(قصر، متحف...).
- تاريخ التصنيف.
- التغييرات المعمارية التي مرت بها.
- مواد البناء الأساسية المكونة لها.
- الدراسات المعمارية إن وجدت.

*** مراقبة الجانب الخارجي للعمارة** [2].

- تعيين عدد الطوابق ومختلف المستويات.
- جمع عناصر المعلومات بعد التعرف على مواد وتقنيات البناء.
- فحص الواجهات، حالة التلبيس، طبيعة السطح.
- مصادر المياه، قنوات التوزيع والصرف.
- تعيين الأماكن التي يتواجد بها الخشب بالاستعانة بالمخطط الخارجي للعمارة.

*** مراقبة الجانب الداخلي للعمارة** [3].

- دراسة المخطط المعماري الداخلي للعمارة.
- تعيين أماكن تواجد الخشب بداخل العمارة.

---

(1) H. SKoutarides, M. Donance, **Construction a ossature bois, Conception et mise en œuvre**, Edition Eyrolles paris, 1995, p. 52.
(2) M. Rayzal, **Guide de la préservation du bois,** CTBA, paris, 1998, p. 98.
(3) D.G. Avat, D. Dirol, et al**,** Op.cit, p. 82.

- مراقبة مختلف القاعات والمستويات، والتعرف على المناطق المتأثر بفعل الرطوبة، دورات المياه، ويظهر ذلك من تقشر الطلاء أو الشقوق...
- عند المراقبة نبدأ دائما من المستوى السفلي باتجاه تصاعدي.
- مراقبة أماكن التهوية، وقياسها ومقارنتها مع حجم العمارة.
- مراقبة طبيعة الخشب وحالته.
- مراقبة سمك الجدران، من أجل التعرف على درجة امتصاص الماء أو الرطوبة.
- تعيين المكونات ذات القيمة الفنية وإحاطتها بدرجة بليغة من الفحص والتشخيص.

III .3.1: العناصر المعرفية:

لقد تطرقنا في الفصلين السابقين إلى التعرف على مادة الخشب ومختلف عوامل التلف التي يمكن أن تساهم بشكل أو بآخر في تلف الخشب الأثري، وعليه:

- عند القيام بعملية التشخيص أو الفحص الأولي، هناك بعض الدلالات المتعارف عليها في تحديد شكل التلف، وتلخيصها في النقاط التالية [1] :
- يجب أن نتطرق في البداية وقبل أن نقوم بأي عمل آخر، بمعرفة نوعية الخشب أكان وريقي أو راتنجي، وتتم هده العملية ميدانيا بالاستعانة بأخصائي تقني أو فني، وعندما نكون بحاجة إلى تعريف دقيق للنوع فان هذه العملية لا تتم إلا في المخبر من طرف أخصائي في هندسة المواد، و بوجود عدة أجهزة كالميكروسكوب الالكتروني مثلا.

*** التعرف على الفطريات التي تدل عليها الدلائل التالية[2] :**

- فقدان الخشب لبنيته تعفن.
- صوت تجويف(فراغ)عندما نقوم بضرب الخشب.
- وجود مشيجة الفطر(Mycélium).
- تمييز رائحة غير عادية(في الغالب تكون نتنة).
- وجود بعض الحشرات.

---

[1] D.G. Avat, D. Dirol, et al, Op.cit, p. 91.
[2] P. Serge, M.N. Pruvost, **Insectes et champignons du bois,** Edition Eyrolles, paris 1996, pp. 101,102.

***التعرف على تواجد الحشرات من خلال** [1] **:**

- الثقوب، توجد هذه الثقوب بأشكال وأقطار خاصة ومختلفة.
- وجود النشارة على شكل ركام أو مبعثرة.
- أروقة تظهر موازية أو طولية على الألياف الخشبية.
- ظهور يرقات الحشرات.
- عدم انتظام سطح الخشب.
- تمييز أصوات القرض أو القضم عندما يكون الوسط ساكن.

III .4.1: مرحلة ما بعد التشخيص:

تجدر الإشارة إلى أنه ليس هناك أخصائيين أو حاملي شهادات متخصصين في هذا الموضوع، وعليه فان بعد عملية التشخيص من الواجب تكوين فرقة بحث تتكون من عدة هيئات[2] :

-عالم آثار: متخصص في الصيانة والترميم عارف بنوعية المادة وعوامل التلف البيولوجية.

- مؤسسة خاصة تهتم بهذا الجانب وتمتلك أدوات وتجهيزات لازمة، إضافة إلى مخبر و مختص في هندسة الأخشاب.

- مهندس معماري.

- مخبر مختص في الدراسات البيولوجية المعمقة الخاصة بدراسة أنواع الفطريات والحشرات.

- ويمكن الاستعانة بأخصائيين آخرين على حسب الاحتياجات ومتطلبات إعداد المشروع[3] .

---

[1] P. Serge, M.N. Pruvost, Op.cit, pp. 35,80.
[2] D.G. Avat, D. Dirol, et al, Op.cit, p. 87.
[3] H.J. Planderleith, **la conservation du bios polychrome**, trad. Y. kouzouk, I, F, Damas, 1989, p.140.

من خلال هذه الفرقة يمكن القيام بتشخيص جيد للعينات المراد معالجتها، وكذا وصف العلاج المناسب من أجل الحصول على نتائج جيدة، خاصة وأن الأمر يتعلق بمواد لها قيمتها التاريخية الأثرية والفنية.

2.III : المعالجة:

مما سبق، فان عملية تشخيص عوامل التلف البيولوجية المتدخلة على الخشب الأثري و تتطلب تضافر جهود عدة مختصين، وبعد عملية التشخيص تحدد طريقة العلاج المناسبة، وعليه فإن هذا العلاج يجب أن يختص بالخصائص التالية، إضافة إلى المبادئ العامة المطبقة في ميدان الصيانة والترميم[1] .

- أن يكون العلاج مبررا ويتماشى مع طبيعة التشخيص ويوصل إلى حل المشكل، ويحقق النتيجة المرجوة.
- ممكن التطبيق بالنظر إلى الواقع وأن يراعي الإمكانيات و طبيعة الوسط .
- آنية التطبيق، أن يكون قابل للتطبيق في أقرب وقت ممكن.
- عند مباشرة العلاج، يجب الاستعانة بالمختصين أو المؤسسة المتعاقدة لتنفيذ المشروع، والأخذ بعين الاعتبار العناصر التالية[2] :
- الفعالية المرجوة.
- ضمان النتائج.
- الأمن.
- توفر الأدوات و التجهيزات اللازمة.

فيما يخص الفعالية وضمان النتائج ، فهناك قواعد أساسية في معالجة الخشب، وكذا محاليل معروفة تتعلق بمبيدات الحشرات (Insecticides) ومبيدات الفطريات (Fongicides) ، حيث أنه تتوفر في السوق محاليل متعددة، و لكل محلول خصائصه وفعاليته، فيجب أن تستعمل المحاليل المتعارف عليها والمجربة والتي تتأقلم مع طبيعة

[1] D.G. Avat, D. Dirol, et al, Op.cit, p. 89.
[2] Ibid, p. 90.

المشروع، وخلال القيام بالأعمال يجب أن يؤمن احترام التعليمات التقنية الرسمية لمعالجة الخشب الأثري، ومن جهة أخرى استعمال مواد كفيلة بالعلاج [1] .

ظاهر تلف خشب البناء جد معقدة ولا يمكن تلخيصها في عامل أو عاملين، وهي مرتبطة بالدرجة الأولى بالمحيط وكذا البناءات، لذلك فلا يمكن أن نقوم بمعالجة الخشب وننسى محيطه المتسبب في ظهور عوامل التلف البيولوجية، وعندها يجب الاستعانة بأخصائيين لدراسة العمارة في حد ذاتها، وإلا كانت المعالجة المباشرة على المادة الخشبية مؤقتة، إذا فضمان النتائج غير وارد في هذه الحالة[2] .

مباشرة أعمال المعالجة التقنية يتطلب تنفيذ عدة عمليات أخرى، باستعمال أدوات خاصة لكي يمكن استعمال المحاليل، خاصة وأن المحاليل تتميز في غالبها أنها قابلة للاحتراق وسامة، هذا ما يترتب عن استعمالها مخاطر عدة، لذا يجب توفير جو آمن للعمل.

أما المعدات المتواجدة في الميدان ليس لها علاقة مع مقاييس المعالجة، هذا ما يحتم على الأخصائيين طلب واستعمال معدات مخصصة للمعالجة لتجنب الأخطار غير المتوقعة الناتجة عن الاستعمال العشوائي[3] .

*** أثناء التدخل:**

بعد إعداد الخطوات الأولى، يجب الشروع في المعالجة في أقرب وقت ممكن لكي يتم بالدرجة الأولى إنقاذ المادة الخشبية، والحد من تطور عوامل التلف.

---

(1) D.G. Avat, D. Dirol, et al, Op.cit, P90.
(2) M. Rayzal, Op.cit, P 133.
(3) Ibid, P 116.

1.2.III : أنواع المعالجة:

1.1.2.III: المعالجة الوقائية:

بدون شك أن المعالجة الوقائية للمادة الخشبية الأثرية أو أي مادة أخرى تستوجب تحديد وتطبيق بصفة دقيقة، ثلاث عناصر أساسية هي[1] :

- التقنية المقترحة.
- المعدات اللازمة والمناسبة.
- المحاليل الموصوفة.

فالمعالجة الوقائية كما هو متعارف عليها، تهدف إلى إطالة أو زيادة و ديمومة الخشب، وذلك بالحد من تواجد عوامل التلف البيولوجية، بيد أن المعالجة الوقائية التي تتم على الخشب المراد استعماله، والذي له خصائص طبيعية مختلفة عن الخشب المستعمل، تختلف عن المعالجة الأولى ، وعليه فان العناصر الخشبية المضافة يجب أن تتوفر على نوع من الديمومة (Durabilité) الطبيعية، أو يكتسب هذه الخاصية بعد المعالجة، والتي تتم بتقنيات خاصة [2] .

2.1.2.III: المعالجة الشفائية (العلاجية):

يعرف هذا المصطلح على أنه مجموعة من العمليات المطبقة على المادة الخشبية الأثرية بغرض محاربة عوامل التلف البيولوجية، وهي على العموم عملية التنظيف، التقوية، التطهير، اللصق والترميم، ويتم ذلك من خلال استعمال منهج معلوم في وقت معلوم وإمكانيات معلومة، بناء على ما سبق نميز نوعين من المعالجة.[3]

---

(1) S. Baume, **Restauration des matériaux organique in la conservation en archéologie,** Massons, Paris, 1990, p. 51.

(2) H. Trillat, **Technologie des métiers des bois, Menuiserie, Ebénisterie, Agencement**, Edition DUNOD, Paris, 1980, p. 62.

(3) M. Durez, **Nouveau traite des matériaux de conservation**, T II, Edition DUNOD, Paris, 1992, p. 242.

2.2.III : معالجة الخشب المصاب بالحشرات: نميز نوعين من المعالجة:

1.2.2.III : المعالجة الفيزيائية: يعتمد هذا النوع من المعالجة على عدة مناهج:

- المعالجة بالبرودة. (Action de froid)
- استعمال الموجات الالكترونية ذات التردد العالي. (Ondes électroniques à haute fréquence et à hyperfréquence)
- الذبذبات فوق السمعية (Ultrasons) .
- المعالجة بالحرارة (Traitement de la chaleur) .
- استعمال الميكرواوند (Traitement aux micro-ondes) .
- استعمال الأشعة (Traitement aux rayons) .

من بين هذه المناهج لا يستعمل إلا الطرق الثلاث الأخيرة، لأن الطرق الثلاث الأولى محدودة الاستعمال كما أنها تتطلب إمكانيات ومعدات جد خاصة، ويترتب عنها أخطار لا يمكن التحكم فيها.

أ: المعالجة بالحرارة:

لقد تطرقنا في الفصل الثاني إلى أن الحشرات تعيش في درجة حرارة معينة على حسب النوع، وفي كل الحالات فان درجة الحرارة المميتة لكل أنواع الحشرات هي ما فوق 60 م° (1) .

استعملت هذه الطريقة في معالجة الخشب ضد الحشرات لأولى مرة في ألمانيا من طرف بعض الأخصائيين، و المستوحاة من عملية تجفيف الخشب، حيث أن المنهجية المتبعة تتم ببعث كمية معينة من بخار الماء تتراوح درجة حرارته ما بين 70م° الى100م°على حسب الوسط، من خلال مولد البخار (Chaudière) المتنقل في شاحنة، حيث يسمح البخار بنقل درجة الحرارة المراقبة إلى قلب الخشب، وخلال مدة زمنية معينة على حسب سمك الخشب(2) .

(1) D.G. Avat, D. Dirol, et al, Op.cit, p. 114.
(2) D. Piponnier, **La conservation des antiquités et des oeuvres d'arts,** Trad. P. Phillippot, Eyrolles, Paris, 1966, p. 53.

والجدول التالي يمثل مدة المعالجة بالساعة بدرجة حرارة70م°تماشيا مع سمك الخشب، حيث س يرمز إلى سمك الخشب.

سمك الخشب بالمليمتر	مدة المعالجة بالساعة
س ≤ 50	6سا
50 < س< 75	8سا
76 < س< 100	10سا
100 < س< 150	14سا
150 < س< 300	24سا

الجدول رقم (2): مدة معالجة الخشب بالحرارة تماشيا مع سمك البنية الخشبية.

وكملاحظة، فانه في هذه العملية لا يمكن استعمال أي مادة كيميائية، لأن المقصود ببخار الماء هو توفير درجة حرارة معينة ليتم إدخالها في البنية الخشبية، مستغليين في ذلك خاصية الامتصاص وحينها تموت الحشرات بأطوارها الثلاثة، كما يمكن أن تؤثر هذه الطريقة سلبا على المادة الخشبية حيث تزيد من رطوبة الخشب، وبالتالي تنشيط الخاصية الاستطرابية[1] .

ب: المعالجة باستعمال الموجات الكهرومغناطيسية:

تجدر الإشارة إلى أن هذه الطريقة تعتمد فقط على تأثير درجة الحرارة.[2] حيث يتميز الميكرواوند (Micro-ondes) بخاصية تهييج وتحريض الجزيئات القطبية(Molécules polaires) ، مثل تلك المتواجدة في الماء والتي تسمح بزيادة سريعة لدرجة الحرارة، وبالتالي تزيد من حرارة الخشب التي تسمح بموت الحشرات ويرقاتها وتتاف بيضها[3] .

(1) H.J. Planderleith, Op.cit, p. 140.
(2) D.G. Avat, D. Dirol, et al, Op.cit, p. 93.
(3) Ibid, p. 93.

ما يعاب على هذا النوع من المعالجة هو أن الحرارة المستعملة تسبب خطر فيزيائي على المادة الخشبية أين تظهر الشقوق والتصدعات[1] .

لقد أجريت دراسات علمية سنة 1980 من اجل تطبيق هذه الطريقة، وأثبتت أن هذه الطريقة فعالة جدا في محاربة الحشرات، لكن استعمال هذا الجهاز مضر بالإنسان، وتطبيقها في الميدان يتطلب حماية من نوع خاص يتعذر توفيرها في الأوساط الضيقة، كما أنه من شروط استعمال هذا الجهاز أن لا تتواجد مادة معدنية في وسط المواد المعالجة، وهذا تقريبا يكاد يكون نادرا، حيث أننا لا نجد الخشب يخلو من المواد المعدنية أكانت تزينية أو مثبتة(كالمسامير مثلا)، ووجود هذا الأخير يحدث حريق بصفة حتمية ولا توجد طريقة للحد من هذا الخطر[2] .

ج:**المعالجة باستعمال الأشعة(أشعة x)**

معالجة الخشب بالأشعة هي منهجية حديثة وعصرية، لكن استعمالها محدود، ويتمثل في تعريض البنية أو الهيكل الخشبي المتلفة من طرف الحشرات أو الفطريات لأشعة x وy الموجهة بالكوبالت(Cobalt).

هذه الأشعة تحدث روابط داخل جزيء الحمض النووي(ADN) داخل نطاق التكوين الجيني للكائنات المجهرية والحشرات ويتفاعل مع كل الخلايا ويؤدي إلى تخريب وتحطيم أجسام هذه الكائنات بأكملها[3] .

يتم هذا العلاج في درجة حرارة وضغط معين (ضغط المحيط)، بدون أن نظيف محاليل كيميائية سائلة أو غازية، حيث تدخل الأشعة في أعماق البنية الخشبية، دون أن تؤثر على السطح الحساس، كما يتم استعمال هذه الطريقة بصفة خاصة في معالجة العناصر الخشبية ذات الأحجام الكبيرة، ولا تأخذ مدة زمنية طويلة، مقارنة مع الطريقتين السابقتين، وكذا نوع الحشرات، وهذه المقادير تختلف حسب أنواع التلف فنجد مقادير خاصة باليرقات وأخرى خاصة بالحشرات[4] .

(1) M Rayzal, Op.cit, p. 120.
(2) D.G. Avat, D. Dirol, et al, Op.cit, p. 93.
(3) D. Piponnier, Op.cit, p. 60.
(4) G. Canava, **Biology in the conservation of Works of art**, ICCROM, 1991, p. 126.

إضافة للنوع الأول من الأشعة هناك أنواع أخرى يمكنها أن تفي بنفس الغرض وهي أشعة فعالة جدا لمعالجة الخشب الأثري مثل الأشعة البنفسجية وأشعة قاما وهي الأشعة التي تستعمل بشكل واسع في المعالجة وكذلك في تثبيت و بلمرة المحاليل الصناعية التي تستعمل لتقوية وتثبيت مادة الخشب(1) .

2.2.2.III : المعالجة الكيميائية:

من خلال العنوان نستنتج أن في هذه الطريقة نعتمد بالدرجة الأولى على المحاليل الكيميائية الاصطناعية، و استعمالها يكون بمناهج مختلفة منها:

- استعمال ضباب أو بخار مبيدات الحشرات.
- استعمال طريقة التدخين.
- تطبيق المحاليل الكيميائية على الخشب.

أ: استعمال ضباب مبيدات الحشرات:

مبدأ الاستعمال يعتمد على رش جزيئات مبيدات الحشرات أو تبخيرها في الوسط الذي يتواجد به الجسم الخشبي، بشرط أن يكون الوسط مغلق أين يتعلق أو يتثبت المحلول المستعمل على الحشرات خلال مدة الطيران ، لا تتم هذه العملية بنجاح إلا في فترة تفريخ الحشرات، والتي تدوم مدة قصيرة لذا يجب تحديد نوع الحشرة المراد محاربتها ومعرفة طور تفريخها الذي لا يدوم في الغالب من 03 إلى 04 أسابيع، لأن فعالية هذه المحاليل لا تدوم طويلا لذا يجب أن يكون استعمالها موازي للفترة المذكورة ، لأن الهدف من العملية هو القضاء على الحشرة قبل أن تباشر عملية التبييض من جديد(2).

هذه المنهجية اقتصادية وبسيطة، لكنها لا تسمح بالاجتثاث الكلي للحشرات، حيث أن الحشرات التي تكون متواجدة قبل العملية، و تلك التي تأتي بعد العملية يمكن أن لا تتسمم لذا يجب معاودة العملية قبل النفق التالي للبيض(3) .

(1) N.S. Bromelle, **Deterioration and treatment of wood, in problems of conservation in museum**, ICOM, Ed Eyrolles, Paris, 1969, p. 72.
(2) D.G. Avat, D. Dirol, et al, Op.cit, p. 99.
(3) Ibid, p. 99.

ب: طريقة التدخين :(Fumigation)

يصطلح على هذه العملية اسم التعقيم الغازي أو المعالجة بالتبخير، وتتم من خلال إخضاع الخشب المصاب لجو مشبع بالغاز السام ومغلق بإحكام، أين تقوم الحشرات باستنشاق الغازات السامة ويتعلق بأجسامها، وطبقا للطبيعة الغازية فإن هذه المواد تتسرب في الشقوق والثقوب لتقضي على الحشرات مهما كان طورها التكويني[1] .

استعمال هذه الغازات يتم بتجهيزات ومعدات خاصة، وكذا توفير حماية من أجل تفادي خطر التسمم، ويمنع تطبيق هذه الطريقة في الأماكن المأهولة أو التي بها نشاط إنساني [2] .

يتم اختيار منهجية أو أسلوب تطبيق هذه العملية على حسب خصائص الغاز المستعمل، وكذا نوعية وكمية الحشرات المتواجدة، ونوعية المادة الخشبية المراد معالجتها، فالعناصر الخشبية التي يمكن نزعها مثل الأبواب والنوافذ والأثاث، تتم عملية معالجتها بوضعها في حمامات أو خزانات خاصة، بواسطتها يمكن أن نتحكم في الضغط وكذا السماح بالتسرب الجيد للغاز أو البخار المستعمل للتعقيم[3] ، ويمكن استعمال بيوت بلاستيكية أو أكياس بوليتيلان (Polyéthylène) لمعالجة المواد الخشبية التي يمكن نقلها، وإن تعذر هذا، نقوم بالعملية في وسط المادة الخشبية خاصة إذا ما تعلق الأمر بخشب البناء ، مع مراعاة احتياطات الأمن والسلامة، وتكرر العملية بشكل دوري لكي تكون النتيجة جيدة [4] .

هناك أنواع معينة من المحاليل الكيميائية التي يمكن أن تلائم كل أنواع المعالجة، توجد هذه المحاليل جاهزة للاستعمال على شكل غبار، سائل، أو غاز، وهي على أساس حمض الكربوليك فينول(Phénol) كلور(Chlore) كروم(Chrome) نحاس(Cuivre) فلور(Flore) ، كما نجد عدة أنواع من هذه المنتجات التي يمكن استعمالها في تعقيم الخشب على طريقة التدخين أو التبخير ونذكر منها على سبيل المثال لا الحصر بعض المنتجات المتعارف عليها و المتداولة بكثرة[5] . (أنظر الفصل الخاص بالمحاليل).

---

(1) D. Piponnier, Op.cit, p. 60.
(2) H. J. Planderleith, Op.cit, p. 140.
(3) G. Canava, Op.cit, p. 171.
(4) Ibid, p. 171.
(5) H. J. Planderleith, Op.cit, p. 142.

***سيانور الهيدروجين (Cyanure d'hydrogène):**

استعمل هذا المحلول في متحف بريطانيا من أجل معالجة بعض المواد العضوية ومنها الخشب ويستعمل على وجه الخصوص لتبخير الأحجام الخشبية الكبيرة، حيث يتم تعريض المادة الخشبية للمحلول لمدة24ساعة لأنه أكثر المواد العضوية كثافة، وتعتبر هذه المدة كافية لكي يخترق المحلول سطح الخشب، إلا أنه ينجم عنه بعض الأعراض والمساوئ والتي تظهر في بعض المركبات ذات الرائحة الكريهة، وتكون هذه العملية دورية من طرف أخصائيين في هذا المجال، وينصح عند استعمال هذا المحلول ارتداء قناع ضد الغازات[1] .

*** بروموِر المثيل (Bromure de méthyle):**

يطبق بروموِر المثيل خاصة على خشب البناء، وهو سريع التسرب لكنه يعطي رائحة كريهة إذا استعمل على المواد التقليدية، وهو مستعمل بكثرة، نظرا لفعاليته عند تطهير المواد الخشبية بالتدخين أو الرش، سواء كانت مكونة للمعالم التاريخية، أو مقتنيات المتاحف[2] .

*** كبريت الكربون (Sulfure de carbone):**

هذا المحلول عبارة عن مبيد للحشرات وهو مضاد وفعال، حيث يستعمل كالغاز للتعقيم ومعالجة المواد الخشبية، إذ أنه عبارة عن مادة مناسبة لمعالجة المواد الحساسة والسريعة التأثر مثل الخشب القديم، وهو سائل نقي وخفيف وذو رائحة كريهة غير مقبولة، كما أنه يتبخر بسرعة وسهولة، ويكون مع الهواء خليط متفجر لذا ينصح بعدم تعريضه للمواد المشتعلة فيجب أن تتم عملية التعقيم بهذا المحلول داخل غرفة مفرغة ومجهزة ببعض التجهيزات التي من شأنها أن تمنع كل أنواع الأخطار، التي يمكن أن تنجم عن استعمال هذه المادة وضمان أكثر فعالية لها، وعند الاستعمال يجب أن تعدل درجة الحرارة و الضغط بالنسب العادية وهذا باستعمال وسائل إمكانيات مخصصة لهذا

---

(1) H. J. Planderleith, Op.cit, p. 142.
(2) Ibid, p. 141.

الغرض، كما يمكن إضافة حجم ربع من الكربون رباعي الكلوريد(Tétrachlorure) الذي يجعل المحلول الأول غير قابل للاشتعال[1] .

إضافة إلى المحاليل السابقة، هناك عدد آخر من المحاليل التي يمكن استعمالها لنفس الغرض[2] وهي:

- حمض السيوهيدريك (Acide cyanhydrique).
- فسفور الهيدروجين (Phosphore d'hydrogène).
- أكسيد الإيثيلين (Oxyde d'éthylène).
- غاز الكربون(Gaz carbonique).
- بونتاكلور وفينول (Penta chlorophyllien).
- كسيلوفون (Xylophone).
- كبريت الفلور(Sulfure de flore).
- ثاني كلووفان (Di chlorophane).
- قامكسان (Gammexan).

ج: تطبيق المحاليل بطريقة مباشرة:

تعتمد هذه الطريقة على تطبيق المحاليل مباشرة على سطح المادة الخشبية، بشرط أن يصل المحلول إلى أعماق المادة، لكي يقضي على الحشرات و اليرقات وبيضها المتواجدة في الثقوب والأروقة، وتستعمل هذه الطريقة سواء في المعالجة الوقائية، أو الشفائية، حيث يشترط أن يكون الخشب بنسبة رطوبة 18% ، وأن لا يكون متصل بالمياه أو قريب من قنوات توزيع المياه، لأن هذه المحاليل سهلة التسرب والانتشار. و بالتالي يمكن أن تنتشر في الماء وتسبب التسمم، لذا يجب استعمالها من طرف أخصائي وبأدوات وقائية، وتمر هذه المرحلة عبر عدة مراحل[3] :

- نقوم بتعيين المناطق المصابة في جسم الخشب .

(1) G. Canava, Op.cit, p. 172.
(2) D.G. Avat, D. Dirol, et al, Op.cit, p. 126.
(3) Ibid, p. 94.

– نحرر الخشب من أي عائق، كالأتربة مثلا.

- نقوم بتنظيف الخشب من الغبار والنشارة الناتجة عن أروقة الحشرات لان الغبار أو النشارة يمتصان قدر من المحاليل المستعملة.

- معالجة عمق الخشب التي تتم من خلال حقنه بمحلول المعالجة في الثقوب الخشبية، ويمكن أن نظيف بعض من هذه الثقوب بواسطة ثاقبة كهربائية من أجل إيصال المحلول إلى داخل البنية الخشبية مع مراعاة حجم، الخشب حيث أن إحداث ثقوب لا يكون إلا على هياكل خشب البناء [1] .

و إن تعذرت هذه الخطوة نقوم بطلي سطح الخشب بالمحلول المخصص للمعالجة وإعادة العملية حتى نتأكد من أن المحلول قد تسرب إلى بنية الخشب، أو نستعمل أنبوب موصل ببخاج أو مكبس (Pistolet) ويوجه نحو الثقوب أين يتم حقن المحلول بداخلها من خلال ضغط الأداة [2] .

وقد صممت أداة كهربائية فعالة لهذا الغرض من مادة البلاستيك تعمل بنظام الدفع، تستعمل لنفس الغرض مما يجعل العمل بها سريع وفعال [3] .

من خلال هذه الطرق نقوم بمعالجة كل الخشب الموجود سواء كان مصاب أو غير مصاب لكي نتجنب أي طارئ غير متوقع[4] .

ينصح باستعمال طريقة الحقن(Injection) على خشب البناء الذي يفوق سمكه 50 ملم في النوع المرصع و 170 ملم في النوع الدائري وتطبق العملية ثلاث مرات على كل متر من الخشب، أما إذا كان الخشب متصدع أو متشقق نقوم عندئذ بحقنه في هذه الشقوق والتصدعات[5] .

تتم عملية تطبيق المحاليل بصفة مباشرة على الهيكل الخشبي من خلال :

- التعبئة وإعادة التعبئة .

- باستعمال الضغط بالاستعانة بتجهيزات خاصة، مع الأخذ بعين الاعتبار طبيعة المحلول إذا كان قابل للاشتعال فإنه يشكل نوع من الخطر وكذا مخاطر تدفق المحلول.

---

(1) M. Rayzal, Op.cit, p. 69.
(2) Ibid, p. 69.
(3) Ibid, p. 70.
(4) Ibid, p. 70.
(5) D.G. Avat, D. Dirol, et al, Op.cit, p. 127.

- تحدد كمية المحاول الممكن تعبئته في الهيكل الخشبي ب 610غ في المتر الليفي (Mètre linéaire).

- يتعين عند التعامل بالمحاليل المعقمة أن يراعي نوعية الخشب حيث أن الخشب الوريقي أشد قساوة من الخشب الراتنجي، عندما نقوم بمعالجة الخشب الوريقي فيجب أن تكون منطقة القلب لها سمك مناسب، على العموم أن يتجاوز 03 سم [1] .

د: تطبيق المحاليل علي سطح الخشب :

طلي السطح الخشبي بالمحاليل المستعملة في التعقيم والمعالجة إجباري في بعض الحالات، وتتم العملية بصفة متكررة، ويشترط حينها أن يكون السطح منظف من الغبار والشوائب الملتصقة، و منزوع الطلاء أو الورنيش لكي يسمح بتغلغل المحاول إلى بنية الخشب، هذا إذا ما تعلق الأمر بخشب البناء، أما الخشب المستعمل كأدوات فنية أو أثرية فلا يمكن أن نتدخل عليه بنزع طلائه الذي يفقده بعض من قيمته [2] .

يستعمل لهذا الغرض كميات معينة من المحاليل، حيث لا تتجاوز 250غ إلى 300غ في المتر مربع مع مراعاة الحجم، وإذا تعلق الأمر بقطعة خشبية لا يتجاوز سمكها ملم15 فتطبيق المحاول من جهة واحدة كاف [3] .

1.2.2.III : المعالجة الكيميائية للعناصر الخشبية المرصعة (Bois lamellé-collé)

تأخذ البنيات الخشبية المرصعة صفة خاصة من حيث أنها تتكون من عدة طبقات خشبية، ووجود نوع من الفراغ بينها هذا ما يسمح بتوفير جو أكثر ملائمة لنمو الحشرات والفطريات وكذا انحباس كميات هائلة من الرطوبة في هذه الفراغات، لذا يجب التعامل معها بطريقة خاصة [4] .

وعليه فان عملية المعالجة في هذه الحالة تقوم على أساس:

---

[1] D.G. Avat, D. Dirol, et al, Op.cit, p. 127.
[2] H.J. Planderleith, Op.cit, p. 142.
[3] Ibid, p. 143.
[4] D. Roger, Op.cit, p. 290.

أ:التشريب (Imprégnation) :

تتم هذه العملية بإدخال و تشبيع الخشب بمبيدات الحشرات أو الفطريات في أعماق البنية الخشبية المصابة بالحشرات أو بالفطريات.

باستعمال هذه المحاليل في حالة سائلة نقوم بتشريب أو تشبيع الخشب بواسطة الحقن في الثقوب التي تستعملها الحشرات في الدخول و الخروج باستخدام قارورة خاصة للحقن أو حقنه بفعل الضغط [1] .

أما بالنسبة للهياكل الخشبية الكبيرة فإنها تتطلب عمليات حفر وثقب عدة ثقوب يمكن رؤيتها من أجل أن تتشرب المحاليل المستعملة في التعقيم وتكون هذه الثقوب نافذة في بنية الخشب بقطر يبلغ ما بين 10ملم إلى 15ملم ، ثم يوضع مبيد الحشرات داخل وصلة ملولبة داخل الثقوب ومتصلة بضاغط ذا ضغط كبير، الذي يقوم بتوزيع المحاول، أما بالنسبة للخشب الذي لا يمكن اختراقه عن طريق الضغط، فإنه يتم تشبيعه إلى أقصى حد ممكن، ويطلى بالسوائل والمحاليل باستعمال فرشاة الطلي [2] و يكون الطلي في اتجاه الألياف الخشبية، وتتم العملية بحذر حتى ينفذ السائل داخل الثقوب والأماكن المشوهة، ثم نملأها بعجائن خاصة، ونسدها بسدادة.

دخول السوائل داخل البنية الخشبية تجعله فعالا وناجحا كتسرب البخار، ولكن قبل استعمال أي سائل يجب أن يجرب أولا باستعمال قطرات للتأكد من صلاحيته، وأنه لا يؤثر ولا يشوه الخشب، بإفساد لونه أو تغيير الخلايا الخشبية [3] .

تتعدد المحاليل على حسب نوع عامل التاف، فمثلا نستعمل محلول الكريزوت (Créosote) وكذا النافتانات المعدنية(Napatéennes métalliques) ضد الحشرات الخاشبة. [4] كما أن هناك مبيدات حشرية أخرى تستعمل ضد تواجد الحشرات في البنيات الخشبية المرصعة، وهي مشتقة من [5] :

- تنائي الديثينيل التريكلوروثان(Dichloro –diphényle -trichloré thane)

---

[1] B. Mohlethaler, **Conservation of water logged wood and wet leather**; Eyrolles, Paris, 1973, p. 51.
[2] D. Piponnier, Op.cit, p. 59.
[3] S. Baume, Op.cit, p. 237.
[4] H.J. Planderleith, Op.cit, p. 143.
[5] D. Piponnier, Op.cit, p. 56.

- قاماكسان(Gammaxane)
- بونتاكلوروفينول (Penta chlorophenal)
- كسيلوفان(Xylophone)

كما أنه لا يمكن الحصول على فعالية هذه العملية ومختاف المحاليل المستعملة، إذا كانت الأخشاب المرصعة لازالت في جو رطب، وعمليه فإنه من الواجب أن نبدأ بتوفير ظروف الوسط أولا، (كالرطوبة و الحرارة المناسبة) [1] .

3.2.2. III : معالجة الأرضيات المصابة بالحشرات :

على حسب اختلاف أنواع الحشرات، وكذا طريقة وأطوار حياتها ، وكذا الخطر الناتج عنها عند تواجدها في البنية الخشبية، تختلف مهمة محاربتها وتجعل منها أمر جد عسير الذي يتطلب معرفة جيدة بميدان بيولوجية الحشرات، وكذا تشخيص مدقق للوسط.

أ: المعالجة:

من الصعب التطرق لتقنيات ومواد معالجة الحشرات الممكن تواجدها في أرضيات المعالم الأثرية التي تنتقل إلى العيش على الهياكل الخشبية، والهدف من المعالجة هو حماية المعالم وليس اجتثاث الحشرات من الأرضية، وفي هذه الحالة أي عند معالجة المبنى، فإن الحشرات المتواجدة بمجرد أن تستنشق أولى كميات المحاول المعقم تقوم بالزحف نحو الخارج[2] ، وعليه فإن من الضروري إتباع النصائح التالية قبل التدخل:

- معالجة أي سبب من شأنه أن يساهم في زيادة نسبة الرطوبة في المبنى.
- مراقبة منافذ المياه المختلفة، ومعاينة سطح المبنى.
- مراقبة ظاهرة التكثف (Condensation).
- الحد من ظاهرة انتقال الماء بالخاصية الشعرية للجدران ومنها إلى الخشب.
- تأمين التهوية الجيدة للأماكن الرطبة.
- التخلص من الأماكن التي بها مياه راكدة.
- التخلص من النباتات العالقة بالجدران وبجانب المبنى.

[1] H. Trillat, Op.cit, p. 62.
[2] M. Rayzal, Op.cit, p. 99.

- التخلص من الخشب المتدهور بصفة كلية.

وبعدها نقوم بعملية المعالجة التي تتم عبر مرحلتين أساسيتين:

أ: معالجة الأرضية الخارجية:

يستعمل في هذه المرحلة تقنية السبر(Forage) و التسريب (Infiltration)، حيث يتم حفر قناة عمودية أو شقولية بجانب الجدران، وأن يكون عمقها لا يتجاوز 40سم والمسافة بين بعضها البعض تقارب 2 م إلى 1.50 م ، ثم نقوم بتشريب القناة بمبيد الحشرات المناسب بفعل الضغط [1] ، أو نقوم بحفر خندق عرضه ما بين 20 سم إلى 35 سم متوازيا مع الجدران بعمق لا يقل عن 40سم، والمسافة التي تكون بين الخندق والجدار لا تزيد عن 40 سم، حيث نقوم بنشر أو ذر الأسمدة بداخل هذه الخنادق، وفي حالة تعذر إجراء هذه الخنادق بسبب مثلا الأرصفة أو الشوارع المجاورة نقوم بسبر فتحات مباشرة في الزاوية مابين الجدار وحدود الأرصفة والشوارع، وبعدها نقوم بغلق هذه الفتحات، سواء بالتربة الأصلية أو بمثبتات أخرى، لكن لا ننسى أن نخلط معها بعض الأنواع من المحاليل [2] .

ب: معالجة الأرضية الداخلية:

معالجة الأرضية الداخلية للمبنى وخاصة القبو، الطوابق السفلية، هذه المرحلة جد مهمة في محاربة الحشرات، ونميز نوعين من الأرضيات [3] :

*__معالجة أرضية البناء والساحات: (Sols des maçonnes et de terre Battue)__

وتكون بنفس الطريقة المذكورة سابقا،أي تقنية السبر والتسريب في القنوات التي يبلغ طولها 40 سم، والتي تمر في سمك البناء، في حالة وجود تمدد في الفراغات أو شقوق الأرضية لأن تواجد الحشرات يكون بداخلها خاصة الأرضة، ونقوم بتسريب المحلول بداخلها [4] .

---

(1) M. Rayza, Op.cit, p. 100.
(2) Ibid, p.100.
(3) D.G. Avat, D. Dirol, et al, Op.cit, p. 102.
(4) Ibid, p. 102.

***معالجة الجدران:**

تعتمد معالجة الجدران على حقنها بالمحاليل اللازمة في أقرب الأوقات ، لكي نحد من تواجد الحشرات التي تزحف من على الأخشاب المعالجة أو المعمقة وتكون هذه المعالجة مباشرة بعد معالجة الأرضيات، حيث نقوم بإجراء ثقوب بالآلة الثاقبة في سمك الجدران على أن يأخذ ثلثي طولها ، أي مابين 20سم إلى 50سم على حسب سمك الجدار، و إذا تجاوز سمك الجدار هذا الحد وتعذر علينا إيصال طول الثقب إلى ثلثيه ونقوم بالعملية من الجهة المقابلة و بعدها نحقن الجدران بالمحاليل ونترك تسربها من خلال الخاصية الشعرية ويتحكم في عدد ومسافة هذه الثقوب حجم الجدار(1) .

أما في حالة وجود جدار مساعد (Murs de soutènement) ، نقوم بإحداث ثقوب شاقولية علي الجدران من الجهتين حتى يتسنى للمحاول بالدخول إلى عمق سمك الجدار(2) .

تختلف عملية معالجة الجدران البناءات على حسب اختلاف مواد البناء، ففي حالة وجود الدبش (Moellon) يحقن الجدار بشرط أن يتجاوز الحقن السطح حيث يصل إلى منطقة الحشو، أما إذا كان الجدار مصنوع من الحجارة أو الآجر فتتم عملية الحقن في الفتحات(Joints) ، وتتكرر العملية حتى نتأكد من أن مواد البناء قد تشربت جيدا، وبعدها نقوم بتصليح الفتحات و الشقوق بالمواد الملائمة (3) .

4.2.2.III : التقنيات الجديدة المستعملة في محاربة الحشرات:

تعد عملية استعمال المحاليل الكيميائية في محاربة الحشرات الخاشبة من أحسن الطرق، و تبقى فقط مشكلة ملائمتها مع المحيط، كتجنب الأخطار الناتجة عنها ورائحتها والتي في الغالب ما تكون مزعجة لهذا الغرض مازالت الأبحاث والدراسات قائمة من طرف المؤسسات المتخصصة من أجل الحصول على النتيجة المرجوة، وهذه التقنيات التي سيلي ذكرها، فان بعضها ما جرب وقيد الاستعمال المحدود و البعض الآخر مازال في المخابر تحت التجريب(4) نذكر منها:

(1) H.J. Planderleith, Op.cit, P135.
(2) Ibid, P135.
(3) D.G. Avat, D. Dirol, et al, Op.cit, P102.
(4) Ibid, P102.

أ: استعمال مضادات الحشرات الرغوية:

تستعمل المواد المضادة للحشرات على عدة أشكال و أنواع، و الشائع يكون على شكل محلول، إلا أن هناك شكل جد مفضل في الولايات المتحدة الأمريكية، ألا وهو الشكل الرغوي الذي يسمح بتوجيه المادة المعالجة، وكذا نقلها إلى أبعد حد ممكن و يطفح الفجوات [1] .

توجد المضادات الحشرية الرغوية جاهزة للاستعمال، ويتم صنعها بأدوات خاصة جدا وذالك بخلط المادة مع المادة المضادة للحشرات والماء وهذا ما يشكل صفة رغوية، و إن كانت هذه التقنية لا تقلل من أخطار المحيط بشكل بليغ، إلا أنها ترفع من فعالية المعالجة و إنقاص أخطار التدخلات [2] .

ب: استعمال المساحيق المضادة للحشرات:

تستعمل هذه الطريقة خاصة في أستراليا، وهي تعتمد في مكافحة الحشرات على ثلاث مراحل أساسية مستعملة في ذلك مساحيق مضادة للحشرات [3] .

- اصطياد الحشرات بالفخاخ : تنصب بعض أنواع الفخاخ من أجل اصطياد عدد هائل من الحشرات التي تتجه إلى الطعم المنصوب لها بدون أن تنتبه لأي عامل يؤدي إلى فرارها [4] .
- ذر الحشرات المصطادة بالمساحيق المضادة، التي لها فعالية آجلة.
- تركها أو دفعها إلى أروقتها ناقلة معها بعض من المسحوق في جسمها، مسممة في ذلك بنو جنسها من خلال تبادل المواد الغذائية أو من خلال عملية اللحس.

ج: استعمال تقنية الطعم:

تختلف هذه التقنية اختلافا تاما عن باقي المناهج المستعملة، وتتعلق بحقن المواد الغذائية التي تسمى الطعم بمبيدات الحشرات ويحضر هذا الطعم على حسب نوع الحشرة

(1) S. Baume, Op.cit, p. 230.
(2) Ibid, p. 131.
(3) M. Rayzal, Op.cit, p. 116.
(4) Ibid, p. 116.

احتياجاتها للغذاء (خشب متلف بفعل الفطريات، نشارة الخشب، الورق الصحي...) وتوضع معها بعض المواد الجاذبة للحشرة كالسكريات و مستخلصات السيليلوز وبعد حقنها توجه للاستهلاك لفئة العمال الحشرية، التي تقوم بنقلها إلى أعشاشها و أروقتها أين يتم تبادل الغذاء (Trophallaxie) وبالتالي تسمم أطوار الحشرات الموجودة في العش أو الأروقة (الشرنقة، الجنود، الدود الصغير، الحشرة المنتجة) ، وهذا هو الهدف من هذه التقنية، ويشترط في استعمال المبيد أن يكون له تأثير على المدى الطويل لكي يصيب المستعمرات بالتسمم [1] .

د: المحاربة البيولوجية:

تتميز بعض الحشرات بحساسيتها لبعض العوامل البيولوجية، كالبكتريا و الفيروسات، وبعض الفطريات ،لذا فقد استغلت هذه الخاصية من طرف الباحثين حيث توصلوا إلى معرفة بعض أنواع هذه العوامل و تأثيرها في الحد من تواجد بعض أنواع الحشرات [2] ومن بينها :

*** الديدان الخيطية:**

تعيش هذه الأنواع من الديدان في الأرض بكميات معتبرة، لها شكل خيطي دقيق وتوجه إلى محاربة الأرضة حيث تقوم باختراق والانغماس داخل جسمها، وتتغذي على أعضائها الداخلية، وبعض الأنواع تنتج نوع من البكتريا التي تتسبب في موت الأرضة، وقد تم دراسة نوع واحد من الديدان وهو(Neoaplectana carpocapse) ، ومدة حياتها مابين شهرين إلى ستة أشهر، وتبقى بعض الأخطار المرتبطة بتطبيق هذه التقنية محل الدراسة والتجريب [3] .

[1] M Rayzal, Op.cit, p. 118.
[2] D.G. Avat, D. Dirol, et al, Op.cit, p. 115.
[3] Ibid, p. 115.

***الفطريات:**

تتعدد أنواع الفطريات التي يمكن أن تتسبب في تسمم بعض أنواع الحشرات حتى تقتلها، و ذلك بإنتاج نوع من الديفان أو السمين(Toxine)، وقد تم التعرف على أحد أنواع أهم الفطريات وهو (Metarhizium anisoplie)، وقد جرب هذا النوع في محاربة الأرضة و أعطى نتائج جيدة حيث تم القضاء على مستعمرات هائلة من هذا النوع من الحشرات المتواجدة في الخشب، كما يمكن استعمال هذه التقنية في محاربة بعض أنواع الحشرات الأخرى من فصيلة مغمدات الأجنحة، وتبقى فقط مسألة مراقبة مميزات التقنية المرتبطة بالمحيط قيد الدراسة لتجنب الأخطار الأخرى [1] .

و : التقنيات الفيزيائية و الفيزيوكيميائية:

تعتمد هذه التقنيات على إحداث حواجز مختلفة الأحجام و الأشكال، وأغلبها تستعمل قبل البناء لتجنب المبنى الإصابة بنوع من أنواع الفطريات، ولكن فيما يخص ميدان بحثنا لا تهمنا هذه التقنيات لأننا بصدد دراسة المادة الخشبية وهي في المبنى لأن الأمر يتعلق بالمباني والممتلكات الأثرية الخشبية، ونتطرق إلى ذكر هذه التقنيات من باب نشر المعرفة الواسعة في ميدان محاربة الحشرات ومن بين هذه التقنيات [2] :

* الدرع المعدني(Boucliers métallique)

* استعمال طبقة من الأجزاء الغرانيتية

*الشريط المتعدد الإيثيليني المكثف بميدان الحشرات.

3.2.III : معالجة الخشب المصاب بالفطريات:

لقد سبق وأن تطرقنا في بداية هذا الفصل إلى خطوات إجراء تشخيص ميداني الذي يعتبر خطوة هامة في التعرف على الفطريات و أنواعها، وكذا مميزاتها العامة التي تتناسب مع التشخيص الأولي، و قبل مباشرة التدخلات ينصح بإجراء بعض أنواع المراقبة و منها [3] :

---

(1) D.G. Avat, D. Dirol, et al, Op.cit, p. 115.
(2) Ibid, p. 115.
(3) H.J. Planderleith, Op.cit, p. 147.

- البحث عن أسباب الرطوبة ومعالجتها .
- إنشاء منافذ التهوية الكافية.
- نزع التلبيس، المواد المغلفة، الدعامات الواقية، التي تغطي الأخشاب ولا تسمح بنفوذ السوائل أو المحاليل المعقمة.

وإذا لم تنجز هذه الخطوات لا يمكن أن نتحصل على نتائج جيدة و مضمونة، وعليه فان عملية المعالجة تتطلب ثلاث مراحل أساسية هي:
- تحضير أدوات و مواد المعالجة.
- معالجة أرضية البناءات و الجدران.
- معالجة الخشب.
- المعالجة بالتثبيت.

أ: تحضير أدوات و مواد المعالجة:

تهتم هذه المرحلة بإزالة التلبيس الذي يغطي سطح الأرضية، والبناءات، و الخشب المراد معالجته، وكذلك المواد المشمعة(Linoléums) ومختلف المواد المرصعة [1] .

ب: معالجة الأرضية البناءات و الجدران:

تتطلب هذه الخطوة عدة مراحل مهمة :
- جعل جدران البناءات مرئية من خلال إزالة الجص و الطلاء و الملاط .
- تعيين الأجزاء الخشبية الملتصقة بالجدران أو الأرضيات، وعزلها لكي نجنبها من العدوى بالفطريات، وكذا أن لا تحرق من خلال القيام بالخطوة التالية.
- حرق الأرضية والجدران، حتى تتلف كل الأعضاء الفطريات كالمشيجة و الثمار، ونستعين في هذه العملية بمصباح التلحيم أو نافثة اللهب (Chalumeau).

يمكن أن تخلف العملية السابقة بعض جذور أو أعضاء أخرى من الفطريات مغموسة أو عالقة في الجدران أو في شقوق الأرضيات التي تطلب إبادتها باستعمال المحاليل المضادة للفطريات على مساحة 50سم إلى 1متر من حول حدود الفطر [2] .

[1] H.J. Planderleith, Op.cit, p. 147.
[2] Ibid, p. 148.

أما فيما يخص المساحات والأسطح المصابة بالفطريات فنقوم بذر أو نثر مضادات الفطريات.

ج: معالجة الخشب المصاب (التدعيم، التبديل).

باعتبار القيمة الأثرية التاريخية والحضارية للأجزاء الخشبية فإنه يتوجب أثناء المعالجة بذل قصارى الجهود لكي نحافظ و لا نؤثر على الأجزاء الخشبية المصابة بتلف فطري، وتجنب نزع أو استبدال هذه الأجزاء، إلا أذا اقتضت الضرورة القصوى أي عند فقدان الخاصية الميكانيكية للبنية الخشبية، هذا ما يتطلب تقنيات التثبيت والتدعيم كمرحلة أخيرة واستبدال الأجزاء المصابة.

أثناء المعالجة نقوم بإزالة أجزاء الفطريات ميكانيكيا باستعمال الأدوات اللازمة، ثم نقوم بالمعالجة. وعندما نكون بحاجة إلى إزالة الخشب المتدهور بشكل كلي بعد أن نتيقن من أن عملية المعالجة، التدعيم والتثبيت مستحيلة، نستبدل الجزء المتلف بأجزاء متجانسة، كأن تكون من نفس النوع مراعاة للمقاومة و الصلابة المتوازية [1] .

د:معالجة عمق البنية الخشبية :

تعتمد هذه العملية على حقن أورش البنية الخشبية بالمحاليل المضادة للفطريات حتى يصل المحلول إلى عمق البنية، وإذا كانت المادة الخشبية منقولة يمكن وضعها في حوض به مادة أو محلول مضاد للفطريات، أما إذا كان الخشب متصل بالبناية كأن يكون على هيئة دعامات، أو هياكل ترصيص نقوم برشه أو حقنه.

في الغالب ما نجد الخشب المصاب بالفطريات لا يخلو من ممرات للحشرات ، هذا ما يمكن استغلاله، حيث نقوم بحقن الهيكل داخل هذه الممرات والأروقة، ثم نغلقها بالعجائن المناسبة [2] ، وإذا استحال حقن الهيكل الخشبي نستعين بآلة مولدة الضغط ونقوم بحقن المحلول على أن لا يكون الضغط عالي جدا لأن هذا قد يسبب اشتعال المحلول، أو تناثره و انعكاسه[3].

---

(1) D.G. Avat, D. Dirol, et al, Op.cit, p. 115.
(2) G. Canava, Op.cit, p. 170.
(3) Ibid, p. 171.

و: معالجة سطح الخشب :

لقد تطرقنا في القسم الخاص بمعالجة الخشب المصاب بالحشرات إلى طريقة تطبيق المحاليل على السطح، وبنفس الطريقة يكون تطبيق المحاليل العضوية، المضادة للفطريات بمقدار مابين 250غ الى900غ في المتر المكعب من الخشب [1] .

هـ: المعالجة بالتثبيت :

تتواجد منتجات المعالجة على شكل صلب على شكل كبسولات، أو أقراص،أو قضبان (Capsules, Pilules, Bâtons) ويمكن تطبيقها في معالجة الخشب المصاب بأنواع الفطريات، وذلك عبر طليها عل سطح الخشب أو نثرها، حيث تقوم المادة النشطة أو الفعالة الموجهة للمعالجة ة بالانتقال و الانتشار بفعل عنصر الماء المحتوى في العناصر الخشبية، أو في جدران الخلايا ، ويمكن أن يستعمل هذا النوع من المعالجة كمعالجة وقائية في حالة تواجد المادة الخشبية في جو رطب أين يتعذر إنقاص رطوبته[2]

هذه المنتجات الصلبة تحتوي في الغالب على مادة البورون(Bore) وهي مادة غير فلزية، قاسية، ومائلة في لونها للسواد، نشطة و مضادة للفطريات، ثم أن استعمالها يجب أن يراعى فيه الحيطة والحذر، لأنها مادة سامة، وتتفتح وتذوب حين تواجدها في وسط شديد الرطوبة، وتأتي بنتيجة جيدة إذا كانت رطوبة الخشب لا تتجاوز 25% [3] .

تستعمل هذه التقنية بشكل واسع بفرنسا في معالجة خشب البناء، وهي تقنية تتطلب حضور أخصائيين ذوي خبرة في التعامل مع هذه المواد.

تتطلب عملية معالجة الفطريات الخشبية بشكل عام عدة مراحل أساسية منها:

أ: تقدير دقيقة لعملية المعالجة : ويتم فيها [4] :

* تقويم وتقدير سطح وحجم المناطق المتلفة بفعل الفطريات أو التعفن، ونسبة المعالجة.
* تقدير المناطق غير متلفة ومعالجتها.
* تقدير نسبة الرطوبة، ومناخ تواجد الخشب.
* تقوية المناطق التي نزعت منها أحجام خشبية بالراتنجات ومعالجتها على حدا.

[1] G. Canava, Op.cit, p. 171.
[2] D.G. Avat, D. Dirol, et al, Op.cit, p. 116.
[3] Ibid, p. 116.
[4] Ibid, p. 117.

ب: حساب الجرعات والتركيزات المراد تطبيقها في المعالجة:

من خلالها هذه العملية نقوم بما يلي[1] :

* تحديد أبعاد الخشب المراد معالجته معالجة شفائية.

* تحديد عدد وحجم الكبسولات المستعملة في المعالجة من أجل الحصول على التركيز المناسب، والذي يقدر ما بين 5 إلى 6 كلغ من حمض البوريك (Acide borique) في المتر المكعب من الخشب.

* نزع جيوب التعفن أو الفطر، ولا نترك أي جزء منها مهما كان صغيرها، وكذلك أي منطقة متلفة.

* معالجة عمق جيوب التعفن بالمادة أو المحاول المناسب لنوع الفطر.

ج: المعالجة و اللمسات الأخيرة :

بعد هذه التحضيرات نقوم بالمعالجة الموصوفة التي تكون قد استوفت كل الشروط، وفي الأخير نقوم بطلي سطح الأخشاب بمادة اللازوردي(Lasure) وهي عبارة عن منتوج يستخدم في حماية السطح لكي يحفظ المحاليل المعقمة من الزوال بسرعة التي تمكن مضادات الفطريات أن تدوم فعاليتها مدة ما بين سنتين إلى ثلاث سنوات [2] .

1.3.2.III : محاليل المعالجة والمحافظة:

تحتاج عملية معالجة الخشب المتضرر بفعل العوامل البيولوجية المذكورة وجود أنواع خاصة من المحاليل والمنتجات التي يصطلح عليها مضادات الحشرات(Insecticide) و مضادات الفطريات(Pesticide ou fongicide) .

نظرا لضرورة هذه المنتجات فقد تخصصت مؤسسات وشركات خاصة في صنع هذه المواد تماشيا مع متطلبات الأخصائيين، هذا ما أفرز تعدد وتنوع هائل لها ، حيث يستحيل إحصاؤها أو عدها، إلا أننا نقوم خلال هذه الدراسة بذكر أهم مكوناتها فقط .

---

(1) M. Rayzal, Op.cit, p. 118.
(2) Ibid, p. 118.

لا يوجد لحد الآن على المستوى التنظيري و القانوني ، تنظيم أو ترتيب للمحاليل و المنتجات المستعملة ولا حتى كيفية الاستعمال، بل ذلك متوقف إما على خبرة المختصين العملية أو العلمية، أو على التجريب المخبري الذي ينتج عنه استنتاج لنوع المادة المطلوبة، وبالتالي طلب إنتاجها من المختصين، إلا أنه هناك مواد مفضلة عن الأخرى بالنظر إما لفعالياتها أو تطبيقها أو نتائجها ، وتبقى المواد والمحاليل العضوية التي لها صفة طبيعية نوعا ما هي المفضلة في هذا الميدان[1] .

أمام هذه التحديات ، تحتم على بعض المؤسسات في البلدان المتطورة على وضع قواعد ومعايير للتعامل بهذه المحاليل في ميدان المحافظة والمعالجة، حيث تم تقسيم وترتيب أنواع الأخطار بالنظر لأنواع الأخشاب و أنواع عوامل التاف البيولوجية، وكذا أنواع المحاليل والمواد المستعملة في المعالجة، كما هو حاصل في فرنسا وأستراليا و أمريكيا، إلا أن هذه الخطوات لا تراعي القيم التاريخية والأثرية والحضارية التي تمثلها المادة الخشبية. بل هي صناعية بالدرجة الأولى، حيث نجدهم يذكرون في مراجعهم مصطلحات نزع واستبدال العناصر الخشبية المتضررة بفعل هذه العوامل بكل سهولة، دون أن يبذلون أدنى جهد في الحفاظ على هذا الموروث.

أ: مبادئ استعمال المحاليل:

استعمال المبيدات الحشرية أو الفطرية على تنوعها، يجب أن تراعي المبادئ الأساسية التالية:

* **الفعالية :** أن تكون المواد تتميز بأقصى حد من الفعالية لعدة أنواع من عوامل التاف، كأن يكون مثلا تواجد عدة أنواع من الفطريات على هيكل خشبي واحد فيشترط أن تستعمل مادة واحدة لجل هذه الأنواع، لأن تخصيص كل نوع من المحاليل لنوع من الفطريات قد يؤدي بإلحاق ضرر بالمادة الخشبية [2] .

---

[1] D.G. Avat, D. Dirol, et al, Op.cit, p. 120.
[2] Ibid, p. 120.

*** تحديد الحجم المعالج:**

يجب تحديد وتعيين المناطق التي تحتاج إلى معالجة وعزلها عن المناطق التي لا تحتاج لذلك، وتحديد الكمية الملائمة والمطابقة والكافية للمعالجة.

*** مدة الإنجاز:**

في بعض الأحيان تتطلب مدة المعالجة وقت كبير، أو تكون على فترات متقطعة، لذا يجب مراعاة هذه الخاصية عند المعالجة، ومن الأمور التي يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار كمية المحلول ومدة استعماله، كأن نخلط الكمية المبرمجة لفترة المعالجة فقط [(1)]

***الأخطار الثانوية:**

يجب مراعاة عند استعمال المواد المعقمة الأخطار الثانوية التي يمكن أن تحدث عند الاستعمال، وعليه فيجب أخذ الاحتياطات اللازمة لتجنب تلك الأخطار، كتلك التي تتعلق بتسمم المستخدمين أو المحيط أو الحرائق... [(2)]

ب: تحديد المحاليل:

يتم تحديد نوع المحلول على حسب خصائصه وتطابقه مع وصفة المعالجة، وبالنظر إلى إمكانية المستخدم و دفتر الشروط، وقبل الاستعمال يجب أن يكون المحلول مجربا من قبل ويتم التأكد من ذلك عن طريق:

* **التجريب المخبري:**

يتم في المخبر فحص مكونات المحلول وصيغته الكيميائية، وظاهرة تفاعله مع المكونات الخشبية الكيميائية، وكذا الظروف المحيطة بالخشب كالرطوبة والحرارة [(3)] .

(1) D.G. Avat, D. Dirol, et al, Op.cit, p. 120.
(2) Ibid, p. 121
(3) G. Canava, Op.cit, p. 177.

*** التجريب الميداني:**

وفيه يتم أخذ عينة من المحلول المراد استعماله، وتجريبه على عينة خشبية أصلية تؤخذ من العناصر التي تم نزعها بسبب تلفها الكلي، أو على عينة خشبية أخرى مطابقة لخصائص العينة الخشبية الأثرية التي تنتظر المعالجة، وبعد هذا التجريب نتأكد ونقيم النتائج المتحصل عليها ثم نأخذ القرار المناسب، إما استعمال أو عدم استعمال المحلول المجرب [1] .

كما أنه يتعين قبل الاستعمال أن نتأكد من الجانب الأمني من خلال دراسة المحلول من حيث إمكانية تسميمه للمستخدمين ،والمحيط أو البيئة.وتجدر الإشارة إلى أن صلاحية وفعالية المحلول أثناء الاختبار والتجريب المخبري لا يعني بالضرورة صلاحيته أثناء تطبيقه في الميدان، لذا فلابد أن نقوم بعملية تجريب المحلول من خلال المخبر والميدان[2]

3.III : تصنيف محاليل معالجة العوامل البيولوجية :

نحن بصدد ذكر أهم العائلات التي تصنف ضمنها محاليل ومنتجات المعالجة، الموجهة لمعالجة المادة الخشبية المصابة بعامل من عوامل التلف البيولوجية، وهذا التصنيف يكون على حسب المادة النشطة للمحلول أو المنتج.

1.3.III : مكونات المحلول أو المنتج:

كل منتجات المحافظة أو المعالجة تتكون أساسا من ثلاثة عناصر أساسية هي[3] :

***مواد نشطة:** هذه المواد هي التي تلعب دور معالجة أو محاربة عناصر التلف البيولوجية، وتعطي فعالية بيولوجية للمادة.

* **مواد ناقلة أو مذيبة:** هذه المواد مسؤولة عن نقل وانتشار المواد النشطة على سطح الخشب وفي أعماقه.

* **مواد مثبتة:** تؤمن هذه المواد بقاء وديمومة المواد النشطة طيلة مدة المعالجة أو المحافظة المبرمجة للمنتج.

(1) G. Canava, Op.cit, p. 177.
(2) Ibid, p .177.
(3) D.G. Avat, D. Dirol, et al, Op.cit, p. 122.

1.1.3.III : المواد النشطة:

تعتبر المواد النشطة من بين أهم المواد المكونة لمنتجات المعالجة أو المحافظة وعلى أساسها يتم تسمية المنتج، كما أنها مسؤولة عن إبادة ومحاربة عوامل التلف البيولوجية، ويشترط في تواجدها أن تكون فعالة بدرجة عالية سواء كانت من مضادات الحشرات أو مضادات الفطريات، لعامل التلف الموجهة لمعالجته [1] .

على حسب الحالات، فإنه بإمكان توفير جزء واحد من هذه المادة كاف لأن يفي بالغرض، ويغطي الإحتياجات اللازمة، كما أنه في بعض الحالات التي تتطلب توفير عدة جزيئات لكي تقوم كل واحدة بحماية خاصة، حتى تتحقق فعالية عالية، و المواد النشطة المستعملة حاليا أساسا هي:

*** مواد معدنية:**

بصفة عامة، هذه المواد عبارة عن أملاح معدنية أو فلزية مستخلصة من قاعدة النحاس(Cuivre)، الفلور (Fluor)، البورون(Bore)، الزرنيخ(Arsenic)، ويمكن استعمالها بمفردها أو مع بعضها البعض.

***مواد اصطناعية مركبة(Substance de synthèse)** :

هذه المواد عبارة عن جزيئات كيميائية معقدة نوعا ما، مثل مشتقات القصدير(Etain)، الآزول (Azole) ، البيروترويد (Pyretroide)، وهذا الأخير يحتوي على بعض المواد الأساسية النشطة مثل: سيبارمترين (Cypérmrthrine) وبارمترين (Permethrine) ، الأمونيوم الرباعي(Ammoniums quaternaire) ، والكاربامات(Carbamate)، هي مواد تستعمل في صناعة مضادات الحشرات والفطريات على حد سواء ، إلا في حالات خاصة جدا [2] .

[1] D.G. Avat, D. Dirol, et autres, Op.cit, p. 123.
[2] H.J. Planderleith, Op.cit, p. 150.

يمكن لهذه المواد أن تشكل نوع من التسمم أو بعض الأخطار الإيكولوجية، لذلك تستعمل بعض الجزيئات المشتقة من بعض المواد المضافة لتجنب هذه الأخطار مثل : مادة الألدرين(Aldrine)، و البونتاكلوروفينول[1] (Pentachlorophénol) .

***مواد عضوية:**

تستعمل بعض المواد العضوية كمبيدات الحشرات أو الفطريات، حيث نجد بعضها مستخلص من بعض المشتقات البترولية مثل الزيت الأبيض، واستعمال هذه المستخلصات يكون بتركيز أقل لا يتجاوز 5% مع مادة الراتنج وبغض المواد الملونة، إلا أنه هذه المواد تتميز ببعض السلبيات كأن تكون قابلة للاشتعال، ومتطايرة [2] .

إضافة إلى بعض المواد الهيدرولية المتبعثرة (Hydrodispersable) ، وهي عبارة عن مركبات زيوت مؤلفة من الماء ومحلول عضوي ومستحلب كيميائي، الذي يسمح لهذا المركب بالذوبان في الماء، ويجب أن تكون هذه المستحلبات مستقرة ، ومشكلة بطريقة تسمح لها بالتغلغل الجيد في البنية الخشبية ، وهذا ما يجعلها تطاب مستحلبات صغيرة الجزيئات(Microémulsion) التي تتميز بعدم قابليتها للاشتعال مقارنة مع بعض منتجات المحاليل العضوية الأخرى، واستعمالها يتطاب بعض الاحتياطات الصغيرة.

استعمال المنتجات العضوية يطرح مشكل التجانس مع مواد البناء الأخرى، كأن تتحرر الأيونات السالبة للإسمنت وتصبح قاعدية، وكذا مشكل التلوث (تلوث المياه...). إضافة إلى تلون الجدران، هذا ما يستدعي استعمال المنتجات العضوية على شكل مائي، وتوجد بعض المنتجات العضوية الأخرى على شكل غبار قابل للتبليل (حبيبات ، كبسولات ...) [3] .

---

[1] H.J. Planderleith, Op.cit, p. 150.
[2] Ibid, p. 151.
[3] D.G. Avat, D. Dirol, et al, Op.cit, p. 123.

2.1.3.III : مواد ناقلة ومذيبة:

تعرف هذه المواد باسم المحللات أو المذيبات(Solvants)، التي يتمثل دورها في إذابة و نقل المواد النشطة على سطح الخشب أو داخل بنيته، وهي قابلة للنزع والفصل من خلال التجفيف الطبيعي (أشعة الشمس، الهواء) ويستعمل نوعان من المذيبات.

***المذيبات البترولية:**

عبارة عن مستخلصات بترولية على شكل زيوت بيضاء التي تسمح بذوبان معظم المواد الاصطناعية المركبة وتمكنها من التحقن والتغلغل والانتشار في الخشب الجاف، ونميز من بينها [1] :

- **المذيبات الخفيفة :** وهي لماعة وبراقة، وتتبخر بشكل نسبي.
- **المذيبات الثقيلة:** وهي مواد دسمة، تسمح بالانتشار الجيد للمواد النشطة، لكن ينتج عن استخدامها بعض السلبيات، كأن تستغرق وقت طويل لكي تجف، ورائحتها الكريهة، إضافة إلى أخطار انتشار البقع، ومشكل الالتصاق

***المذيبات المائية:**

المذيبات المائية عبارة عن مواد تسمح بإذابة كل المواد القابلة للانحلال في الماء كالأملاح المعدنية وكذا بعض الأملاح العضوية مثل بونتاكلوروفينات الصوديوم (Pentachlorophénate de sodium) ، ورباعي الأمونيوم (Ammoniums quaternaire) ، كما أنها تستطيع إذابة المواد الاصطناعية المركبة، و من خلال استعمال هذا النوع من المذيبات نتمكن من تحقيق استقرار للصيغة الكيمائية للمواد النشطة[2] .

---

(1) D. Piponnier, OP.Cit, p. 71.
(2) Ibid, p. 71.

3.1.3.III : مواد التثبيت:

استعمال منتجات المعالجة التي لا تحتوي على مواد مثبتة (التي تسمح بتواجدها لوقت معين في الخشب) قد يؤدي إلى عدم نجاعة المنتج في معالجة الخشب المتضرر بفعل عامل من عوامل التاف البيولوجية، ونميز مبدأين أساسيين لتثبيت المادة النشطة التي يحتويها المنتج المعالج:

***التثبيت بالتفاعل الكيميائي:**

مثل ما هو حاصل مع الأملاح المعدنية المركبة، أين تلعب مادة الكروم دور العنصر المثبت، من خلال تفاعله الكيميائي مع بعض الأملاح المعدنية، كما هو الحال بالنسبة لمادة الزرنيخ، و الفليور، ويصطلح على هذه المواد المصطلح التقني[1] (C.C.A).

***التثبيت بالراتنج:**

يستخدم الراتنج كعنصر فعال في تثبيت أو لصق المواد النشطة المضادة لمختلف العوامل البيولوجية المتدخلة على المادة الخشبية الأثرية، وهو يستعمل مبدئيا لتثبيت المواد النشطة الاصطناعية المركبة، إضافة إلى نوع أخر من المثبتات قد طور خلال الست السنوات الأخيرة وله بعض الخصائص الفيزيوكيميائية المماثلة للتثبيت، وهو على نوعين الأول له خاصية التجاذب و التجانس (Affinité)، و الثاني له خاصية تحويل الضغط السطحي للمحلول (Tensioactif) من أجل تثبيته[2].

2.3.III : أهم عائلات منتجات المعالجة:

على حسب نوع تجمع كل من المواد النشطة، المواد الناقلة، والمواد المثبتة، يتواجد حاليا في السوق بعض عائلات المنتجات متخصص كل منها في نوع معين من المعالجة،

(1) N.S. Bromelle, Op.Cit, p. 42.
(2) Ibid, p. 42.

ولها مميزاتها الخاصة و طريقة استعمال معينة، وعلى العموم فإن هذه المنتجات مصنفة ضمن العائلات التالية:

***عائلة الأملاح غير ثابتة:**

هذه عائلة تضم مجموعة من الأملاح الوحيدة المكونة(Mono composant)، التي يرمز لها(ف.ب.ن)(F.B.C) وهو مختصر لأسماء ثلاث معادن أساسية هي (الفلور، البورون، النحاس) ، حيث أن هذه المعادن عبارة عن أملاح معالجة تستعمل وتركب في كل مرة على شكل معين بالنظر إلى متطلبات الاستعمال، ويمكن أن يشتق منها عدة أسماء تجارية لمنتجات المعالجة، ولكن يبقى أصل هذه المنتجات واحد وهو أحد أنواع هذه المعادن [1] .

تستعمل هذه المنتجات المستخلصة من خلال إذابتها في الماء، وتتميز بمقاومتها للتبخر الطبيعي لكنها سريعة التفتح، سواء من حيث اللون، أو التركيز، وتبقى متميزة بفعاليتها الطويلة في مكافحة عوامل التاف البيولوجية المختلفة، ويمكن استعمال نفس المعدن إما كمضادات الحشرات أو كمضادات للفطريات[2] .

***عائلة الأملاح المثبتة :**

تحتوي هذه العائلة على مجموعة من الأملاح المعدنية المعقدة التركيبة، حيث تضم في تركيبها أكثر من عنصر معدني، عكس العائلة الأولى، وهذه الأملاح عبارة عن مواد نشطة، أي أنها مسؤولة عن المعالجة، إضافة إلى احتواءها على مادة الكروم المسؤولة عن تثبيت المواد النشطة في الخشب [3] .

لقد تم تنظيم عدد من المركبات وتجميعها بشكل جزئي، التي تحتوي في الغالب على بعض العناصر المعدنية التالية: النحاس، الزرنيخ، الفليور، الكروم، البورون، الزئبق، الفوسفور، و المركبات المستعملة حليا بشكل واسع هي المعروفة من خلال اختصار لأسمائها التي يأخذ حرفها الأول من اسمها اللاتيني، حيث نجد [4] :

(1) M. Rayzal, Op.cit, p. 118.
(2) D.G. Avat, D. Dirol, et al, Op.cit, p. 121.
(3) M. Rayzal, Op.cit, p .118.
(4) Ibid, p .119.

- مركب يضم ملح النحاس(Sel de cuivre)، وملح الكروم(Sel de chrome)، وملح الزرنيخ (Sel arsenic)، ويختصر اسمه الصناعي إلى (ن.ك.ز) أي (C.C.A).

- مركب يضم ملح النحاس(Sel de cuivre)، وملح الكروم(Sel de chrome)، ويختصر اسمه الصناعي إلى (ن.ك) أي (C.C).

- مركب يضم ملح النحاس(Sel de cuivre)، وملح الكروم(Sel de chrome)، وملح البورون (Sel borique)، ويختصر اسمه الصناعي إلى (ن.ك.ب) أي (C.C.B) وفي هذا المركب فإن مادة البورون تبقى سائلة عندما يلتقي النحاس مع الكروم، حيث يتم تثبيت هذين الأخير ويبقى البورون عبارة عن سائل.

قد نجد اختلاف من حيث تركيز هذه المواد في المركبات، من أجل الحصول على مقاومة وديمومة وحماية أكبر على حسب التفاعلات الكيميائية المختلفة، كما أن هذه المركبات غير حساسة لعوامل التبخر الطبيعي [(1)] .

***عائلة المنتجات العضوية:**

نظرا لاحتواء مركبات هذه العائلة على محاليل من مستخلصات بترولية فإنها تستعمل لإذابة المواد النشطة للمركبات،والمواد الأساسية المكونة لهذه العائلة نجد، بارميترين (Permethrine)، ولاندان (Lindane) هيكساكلوروسيكلوهيكسان (Hexa- chloro - cyclohexane) ، و يدمج مع هذه المستخلصات مادة الراتنج لتلعب دور المثبت، وهذه المركبات تتميز بتغلغلها وانغماسها وكذا إستقرارها الجيد في الخشب ، أي أنها لا تتفاعل مع العوامل الخارجية ولا مع مكونات الخشب [(2)] .

***عائلة المستحلبات (Emulsion) :**

مركبات هذه العائلة يستعمل فيها عنصر الماء كناقل وموزع للمواد النشطة، التي تتكون من مجموعة من المواد المركبة غير قابلة للذوبان ولا للانحلال في الماء، أي أن هذه المواد النشطة عبارة عن ذراة متنقلة بسائل وهو الماء، وهذا ما يمنحها شكل

(1) M. Rayzal, Op.cit, p. 119.
(2) D.G. Avat, D. Dirol, et al, Op.cit, p. 119.

المستحاب رفيع الجزيئات، وقد نجد بعض المستحلبات تحتوي على ذراة كبيرة من للمواد النشطة وهي عبارة عن غبار مميئ ، وعلى العموم فإن هذه المركبات مستقرة لحد ما،و تخاط مع مادة الراتنج التي تؤدي دور المثبت، إضافة إلى بعض المواد الأخرى مثل(Tensioactif, Affinité) [1].

***عائلة المنتجات المختلطة (Produits mixtes) :**

هذه المنتجات حديثة الصنع ويخاط في تركيبتها بين الأملاح المعدنية، المنتجات العضوية، والمستحلبات، وأول منتوج أستخدم كان يشمل على مكونات معدنية لعنصر النحاس والبورون وبعض المركبات الأخرى ، وهذا الخاط يكون بغرض إما الزيادة في ظاهرة التثبيت أو رفع خاصية الفعالية [2] .

إضافة إلى مركب يجمع بين مادة البورون وأملاح الأمونيوم الرباعية، الموجهة لمحاربة الفطريات بشكل واسع كما أنها تستعمل كذلك لمحاربة الحشرات بعد إضافة بعض المواد الأخرى.

أما في الوقت الحاضر فيتم الجمع بين مادة النحاس القاعدي و بعض الجزيئات العضوية المستخلصة من مشتقات البترول في شكل مركب واحد موجه للمعالجة على المدى الطويل [3] .

*** عائلة الكوريوزوت (Créosote):**

مركبات هذه العائلة عبارة محاليل قطرانية، تستعمل في معالجة الخشب الموجود في الهواء الطلق، ويستخدم بصفة خاصة في المعالجة الوقائية بعدما يضاف إليها بعض المواد الملونة، لأن لونها الأصلي يكون ما بين الأسود إلى الرمادي، واستعمالها في شكلها الطبيعي يؤثر على سطح الخشب سلبا من خلال تلوينه وتلطيخه، إضافة إلى أن هذه المحاليل لا يمكن إضافة لها مواد مثبتة أو ناقلة، لأنها تمتاز طبيعيا بهاتين الخاصيتين، من خلال احتواء تركيبتها الكيميائية على مواد دسمة لزجة، وسهلة الاستعمال، و تنتشر

---

[1] D.G. Avat, D. Dirol, et al, Op.cit, p. 119.
[2] Ibid, p. 120.
[3] Ibid, p. 120.

بسرعة كما أنها قابلة للتبخر، ومن بين هذه المحاليل المستعملة نجد مادة الفينول الذائبة (Phénol)، و البونزول (Benzole) التي هي عبارة عن مزيج من مادة البنزين والتولين، إضافة إلى مادة البيرين (Pyrene) ، وكل مركب يحتوي على بعض هذه المواد وبتركيزات مختلفة [1] .

3.3.III: طريقة المعالجة والأخطار الناتجة عنها:

من الناحية العملية لا توجد هناك منهجية أو طريقة معينة لتطبيق و استعمال منتجات المعالجة، بل ذالك يتوقف على طبيعة المعالجة ونوعية المنتج، إلا أنه من الضروري أن ترفق هذه المنتجات بوصفة خاصة، يحدد من خلالها الاسم الصناعي للمنتج و مكوناته العامة، وأن أمكن الصيغة الكيميائية، وتفاعلاته مع مختلف العوامل الأخرى، واحتياطات الاستعمال وكذا الأخطار الجانبية المتوقعة، كما أن خبرة المختصين العلمية مهمة وضرورية في تحديد استعمال هذه المنتجات، فالأخطار التي يمكن أن تنتج عن استعمالها لا تكون تخص المادة المعالجة أي الخشب، لأنه أثناء تركيب هذه المواد يرعى فيها بالدرجة الأولى مكونات ونوعية الخشب، بل أن هذه الناحية تعد من بين المبادئ الأساسية في استخلاص منتجات المعالجة، والأخطار التي يمكن أن تنتج عن استعمالها نجدها ملخصة فيما يلي:

*** أخطار متعلقة بالمستخدمين:**

وتتمثل في إصابة العينين والجهاز التنفسي و كذا الجلد بنوع من الحساسية الناتجة عن استعمال منتجات المعالجة.

*** أخطار متعلقة بالمحيط:**

يمكن أن يتسبب استعمال بعض منتجات المعالجة في إحداث الحرائق كتلك الناتجة عن استعمال المواد البترولية، إضافة إلى تلوث المياه و الهواء، وانبعاث الروائح الكريهة،

[1] D.G. Avat, D. Dirol, et al, Op.cit, p. 120.

التسمم الغذائي منت خلال لمس المواد الغذائية، أو من خلال اختلاطها ببعض الحشرات المسممة.

*** أخطار أخرى:**

إضافة إلى ما سبق فهناك بعض الأخطار التي تتعلق بالجانب الجمالي للمادة المعالجة، و المبنى، كظهور بعض البقع و التلون غير المرغوب فيه.

مراعاة لتجنب مثل هذه الإخطار فانه يتحتم عند استعمال هذه المنتجات توفر بعض المعدات و الأدوات الخاصة [1] :

4.3.III : معدات المعالجة:

إن المعدات و الأدوات الخاصة باستعمال المنتجات المضادة للحشرات و الفطريات و الكائنات المجهرية الأخرى ليست ثابتة، إنما كل عملية تتطلب معدات خاصة بالنظر إلى نوعية التلف و المنتج و المادة المعالجة وطبيعة العملية، وكذلك احتياطات الأمن والسلامة، و فيما يلي نذكر الأساسية منها [2] :

*** معدات خاصة بتحضير مادة الخشب لعملية المعالجة**: (تنظيف، حقن...)

√ مخلب حديدي(Griffe) .
√ مقص الخشب(Ciseau a bois) .
√ معول(Hachette) .
√ مكشط مطاطي(Décapeur pneumatique) .
√ مكشط كهربائي(Décapeur électrique) .
√ فرشاة حديدية وأخرى بلاستيكية(Brosse métallique, plastique) .
√ مكنسة(Balayette) .
√ آلة امتصاص الغبار كهربائية(Aspirateur) .

---
(1) M. Rayzal, Op.cit, P100.
(2) D.G. Avat (), D. Dirol, et al, Op.cit, P120.

*** معدات تحضير سطح البناءات للمعالجة:**

√ إزميل مطاطي (Burin pneumatique) .

√ نافثة اللهب الغازية(Chalumeau a gaz) .

***معدات حقن الخشب:**

√ مثقب كهربائي (Perceuse) .

√ فتيل خشبي متعدد الأطوال (Méches a bois) .

√ مدور(Tourillons) .

√ أدواة حقن متعددة الأقطار (Injecteurs) .

*** معدات حقن الجدران:**

√ مثقب مطاطي كهربائي (Perforateur electro-pneumatique) .

√ مسبار الاسمنت المسلح (Forets béton) .

√ أداة حقن الجدران متعددة الأقطار(Injecteurs a maçonnerie) .

√ منشار(Scie «Cloche»).

***معدات حقن الأرضيات:**

√ مثقب مطاطي كهربائي(Perforateur electro-pneumatique) .

√ وتد حاقن (Pal Injecteur) .

مخلب (Griffe) .

*** معدات تطبيق منتجات المعالجة:**

√ آلة توليد الضغط (Comprésseur) .

√ مضخة هواء كهربائية ذات ضغط منخفض (Pompe a basse pression) .

√ مضخة هواء يدوية (Pompe manuelle) .

√ أداة للحقن (Pistolet d'injection) .

√ وصلة سحق (Lance ou rallonge de pulverisation) .

***معدات الأمن والحماية:**

√ قناع تقريب وتحويل الهواء (Masque a adduction) .

√ كمامة مضادة للغبار (Masque anti –poussiere) .

√ نظارة واقية (Lunettes de protection) .

√ قفاز خاص بالمحاليل (Geants spéciaux solvent) .

√ بدلة واقية (Compinaisons) .

√ حذاء الأمن (Chaussures de securité) .

√ معطف بقبعة مثقبة عند العينين (Cagoule) .

*** معدات وأدوات أخرى:**

√ جهاز قياس نسبة الرطوبة (Humidimètre) .

√ جهاز قياس درجة الحرارة (Thermomètre) .

√ جهاز تعديل الرطوبة (Humidificateur) .

√ سلم (Echelle) .

√ جهاز انارة (Projecteur électrique) .

√ أدوات لتخزين المحاليل.

***معدات التدخلات وتطبيق المحاليل:**

أ: معرفة المحاليل:

تتطلب عملية التدخل معرفة بعض المعلومات و الأخطار التي يمكن أن ترتبط بخصائص منتجات المعالجة، و من أجل هذا لا بد أن تتوفر لدى المستخدمين بعض المعلومات من خلال:

√ البطاقات التنظيمية اللاصقة التي يجب أن ترفق مواد تعبئة المنتجات، والتي تحمل رمز يشير إلى أن المنتج يشكل خطر ما، وكذا احتياطات الاستعمال.

√ بطاقة الأمن المضمون من عند المؤسسة الصانعة للمنتج، والتي تدل على الأخطار التي يمكن أن تحدث عند مختاف استعمالات المنتج.

√ الوصفة التقنية للمنتج.

يمكن أن تأخذ هذه المعطيات بعين الاعتبار من قبل المسئول عن المراقبة، وكذا الطبيب التابع لهيئة التأمين عن الأخطار أ الضمان الاجتماعي، من أجل مراقبة الأمراض و الأخطار المهنية الناتجة عن استعمال مثل هذه المنتجات.

ب: تخزين المحاليل:

√ نظرا للخطر الذي يمكن أن ينجم عن استعمال محاليل المعالجة والمحافظة حتى أثناء تخزينها، فانه من الواجب أن تأخذ هذه المرحلة بعين الاعتبار من خلال تخصيص قاعة مغلقة بإحكام، تتوفر فيها الهوية اللازمة، ويمنع التدخين بداخلها، وتجنب أي سبب يمكن أن يرفع من درجة الحرارة إلى ما فوق 55°م، لأنها يمكن أن تساهم في تحلل المنتجات، أو احتراقها.

√ ترتيب منتجات ومعدات الاستعمال على حسب النوع في أماكن خاصة وفي مود التعبئة الأصلية.

√ في حالة ما إذا كان هناك مؤسسة خاصة تقوم ببعض الأعمال المرافقة لمشروع الصيانة (كمؤسسة تصليح الكهرباء مثلا...) يجب إشعارها بنوع المنتجات المستخدمة والخطر الذي يمكن أن تشكله، ووضع لوحات لمنع دخول غرفة التخزين، وحقل العمل، ومنع الغرباء.

√ توفير مضادات الحرائق (Extincteur)، وعلبة الاستعجالات الطبية الأولية.

√ وضع مخطط استعجالي للإنقاذ، يتبع أثناء أي خطر يمكن أن يحدث أثناء العمل.

~الفصل الرابع~

الجانب التطبيقي

1.IV: الإطار التاريخي لعينة الدراسة:

1.1.IV: موقع قصر خداوج العمياء:

يقع قصر خداوج العمياء في 9 شارع محمد آكلي، المعروف بسوق الجمعة سابقا، بالقصبة السفلى، وفي مركز مدينة الجزائر القديم المسمى بالجنينة، واجهته الشمالية مطلة على البحر الأبيض المتوسط، وبالقرب منها نجد زنيقة لالاهم، ومن الجهة الشمالية الشرقية يقع جامع علي بالتشين، ومن الجنوب الغربي دار الصوف، ودار مصطفى باشا، حيث كان يلتحم بواجهتيه الشرقية و الغربية مباني ومساكن شعبية أغلبها تهدم بفعل الزمن، ما يميز هذا القصر موقعه في الأزقة الضيقة المحاطة بالمساكن الشعبية، كما هو الحال بالنسبة لمعظم قصور مدينة الجزائر التي شيدت خلال العهد العثماني، وبعيدا عن الشوارع الرئيسية مراعاة لأمن سكان القصر وحفاظا على حياتهم.

2.1.IV: لمحة تاريخية عن القصر:

حضي قصر خداوج العمياء كباقي القصور اهتمام بعض المؤرخين والباحثين أمثال قولفان (Golvin) الذي ذكره في بعض دراساته على أنه القصر الذي بناه يحيى رايس سنة 1570، على أنقاض زاوية مندثرة [(1)] ، ويؤيده في ذلك الباحث كلاين (Klein) حيث يذكر أن هذا القصر بني فوق زاوية سيدي أحمد بن عبد ا ، الفقيه والأديبة و الشاعر و صديق عبد الرحمان الثعالبي، في النصف الثاني من القرن الخامس العشر ميلاد الموافق للتاسع هجري [(2)] .

قام حسن خزناجي الذي كان وزير للملية آنذاك بشراء القصر لابنته المفضلة خداوج سنة 1789، التي تذكرها الأسطورة على أنها أميرة رائعة الجمال أصيبت بالعمى بينما كانت تنظر بإعجاب إلى جمالها في بالمرآة، وكانت لخداوج أخت تدعى فاطمة التي تزوجت الداي حسين وأنجبت طفلين عمر و نفيسة اللذان ورثا القصر فيما بعد، و غداة الاحتلال أخذت السلطات الفرنسية القصر، واتخذته كمقر لأول بلدية لمدينة الجزائر سنة 1980 م[(3)]

---

(1) l. Golvin, **Palais et demeures d'Alger à la période ottomane**, O.P.U, France, 1988, p. 59.
(2) H.Klein, **Feuillets d'EL DJAZAIR,** Alger, 1937, p. 44.
(3) Ibid, p. 44.

وفي سنة 1835م تم تأجير القصر للسيد قونتوا (Gantois)، كما أتخذ المبنى مقرا لعدة شخصيات،وفي سنة 1909 حول القصر إلى فندق خاص لأول رئيس مجلس القضاء كما أدخلت عليه بعض التعديلات في سنة 1860 [1] .

أصبح القصر تابع لمصالح الصناعات التقليدية سنة 1947م التي أقامت به معرض دائمة للفنون الشعبية، وفي سنة 1961م أتخذ القصر متحفا للفنون والتقاليد الشعبية، ولا يزال إلى يومنا هذا.

3.1.IV: الوصف العام للقصر:

يتكون القصر على العموم من أربعة مستويات تختلف عن بعضها البعض من حيث المكونات الأساسية، وهي تمثل أربعة طوابق.

1.3.1.IV: الطابق الأرضي:

يتصدر الطابق الأرض مدخل رئيسي أصلي الذي هو عبارة عن باب به عقد كامل من الرخام محمول على دعامتين رخاميتين، من خلاله نصل إلى السقيفة الأولى، وتليها مباشرة السقيفة الثانية وهي طويلة مقارنة مع سابقتها، على جوانب السقيفة توجد بوائك من العقود المستعرضة، ترتكز على أعمدة بعضها ثلاثية وبعضها ثنائية، قاعدة البوائك مبلطة بمربعات خزفية مزخرفة تؤدي السقيفة الثانية إلى الدويرة، وعلى يمينها نجد سلم يؤدي إلى المستويات الأخرى، وبعد السلم نجد بعض الغرف المشغولة كمكاتب إدارية، وعلى يسارها قاعتين للعرض والصهريج الذي يعرف بالجب.

2.3.1.IV: الطابق الأول:

من خلال السلم الذي هو يمين السقيفة الثانية، يتم الصعود إلى الطابق الأول و على يمين السلم توجد غرف مستعملة كمخازن لبعض الأغراض الإدارية، وعلى الجدار الأيمن للسلم توجد خزانة جدارية للعرض، وبعدها نصل إلى الطابق الأول الذي يحتوي على أربعة غرف مختلفة القياسات موزعة على وسط الدار ذو الأرضية الرخامية والأعمدة

(1) I. Golvin, Op.Cit, p. 59.

الثنائية التي يرتكز عليها الطابق الثاني و الطابق العلوي، هذه الغرف تستعمل كقاعات للعرض، إضافة إلى غرفة صغيرة مخصصة لدورة المياه، جدران الطابق الأول مزينة بمربعات خزفية مزخرفة.

3.3.1.IV: الطابق الثاني:

عبر نفس السلم، نصل إلى الطابق الثاني المكون من وسط الدار المربع الشكل، يتوزع على جوانبه الأربع أربعة غرف مختلفة الأحجام، و خاصة الغرفة الثالثة الغربية التي تتميز بحجمها الواسع و كانت تستعمل كغرفة ضيافة في المرحلة الاستعمارية عند نهاية الغرفة يوجد جزء ملحق بها به قبة يفترض أنها كانت عبارة عن مصلى صغير، لكن وجود نفس الملحق في الطابق الأول جعل الباحث قولفان يفترض أنه كان عبارة عن حمام في السابق، كما تتميز هذه الغرفة بأرضيتها الخشبية التي كانت في السابق مغطاة بمربعات خزفية.

4.3.1.IV: الطابق العلوي:

بالطابق العلوي يوجد السطح الذي يتم الارتقاء إليه عبر سلسلة السلالم الثانوية، على جوانبها غرف مستطيلة الشكل كانت في السابق عبارة عن منزه، وفي وقتنا هذا فهو يستعمل كملحق إداري، وصولا إلى السطح نجد غرفة مخصصة للتخزين و أخرى مشغولة كمخبر للصيانة، وبعدها نرتقي إلى جزء من السطح الذي يعلو السطح الأولي.

IV. 4.1: تصميم القصر:

تعرف العمارة الإسلامية بتصميماتها المتعددة، ومن بين هذه التصميمات نميز التصميم ذو المسقط المربع الشكل، الذي تختص به مساكن مدينة الجزائر، أو كما يسمى بظاهرة التربيع و التكعيب [1] .

---

[1] A .Fregneau, **La maison mauresque**, S.L, S.D, p. 11.

هذه التصميمات مستوحاة من المنازل الإغريقية و الرومانية، التي انتقلت بعدها إلى تصميم منازل سمراء و الفسطاط، وهي مساكن ذات مسقط مربع حيث يتم توزيع وحدات المسكن حول الصحن المركزي.[1]

تتضح لنا هذه التصاميم من خلال مباني المغرب الإسلامي لتلائمها مع متطلبات الحياة الدينية و الاجتماعية، التي توحي بخاصية الانتماء إلى الداخل.

وقصر خداوج العمياء الذي توجد به عينة دراستنا أحد القصور التي تنتمي إلى هذا التصميم، حيث أن تصميمه العام قريب من شكله المربع، إذ يبلغ طول ضلعه 53م×25م، والغرف موزعة حول الصحن المركزي، من خلال طابقين مرتبطين بسم داخلي، ويعلوهما سطح، وهذا التصميم يتميز بـ :

1.4.1.IV: الواجهات:

تشرف الواجهة الشرقية للقصر على شارع سوق الجمعة المسمى حاليا بشارع محمد آكلي، وهي الواجهة الجنوبية الشرقية التي تحتوي على الباب الرئيسي لدخول القصر، وتطل الواجهة الشمالية على زنقة لالاهم والبحر، وجزء منها يلتصق بمباني ومساكن مجاورة، وتجاور الواجهة الشرقية مدرسة ابتدائية، الغربية كانت تلتحم بمساكن عامة. يلاحظ على هذه الواجهات أنها تتميز بالبساطة، من حيث أنها تخلو من الزخرفة ، من الشرفات و النوافذ، ماعدا بعض الفتحات الصغيرة المسيجة، وهي مطلية بالجير الأبيض لعكس أشعة الشمس، وبالواجهة الرئيسية باب خشبي كبير و سميك، مرصع بمسامير مدببة وبارزة، ومشدود إلى عقد رخامي نصف دائري يرتكز على دعامتين رخاميتين.

2.4.1.IV: السقيفة الأولى:

تعتبر السقيفة الأولى بمثابة مدخل منكسر لتجنب نظارات الغرباء إلى الداخل [2] ، وهي مخصصة كغرفة انتظار الأجانب، أبعادها 2.60م× 1.90م،تحتوي على مقعدان

---

[1] J .Revault, **Palais et demeures de Tunis, 18ème - 19ème siècle**, C.N.R.S, France, 1967, p. 50.
[2] J.Taieb**, La maison d'EL Ariana In cahier des arts et techniques d'Afrique du nord,** N°6, Ed Privat, France, 1962.

جداريان يفصل بينهما عمود ثلاثي، ويماثلهما آخران في الجهة المقابلة، هذه السقيفة مسقفة بقبو متقاطع وأرضيتها مبلطة ببلاطات رخامية سداسية الشكل، وفي الجدار المقابل توجد آثار لمصدر مياه وحوضها الرخامي.

3.4.1.IV: السقيفة الثانية:

لا تختلف هذه السقيفة عن سابقتها من حيث الوظيفة، لكن تختلف عنها من حيث الشكل.

4.4.1.IV: الدويرة: الدويرة عبارة عن غرف تنتظم حول صحن صغير، التي تني دار صغيرة، وتخصص في الغالب للاستقبال[1] ، و دويرة القصر تتمثل في غرف غير منتظمة الشكل و الأبعاد، وتحيط بصحن مكشوف، وهي عبارة عن مكاتب إدارية.

5.4.1.IV: الصحن:

يعرف الصحن عند سكان مدينة الجزائر "بوسط الدار"، وهو بمثابة المجال الحيوي للمسكن [2] ، وشكله بالقصر قريب من المربع، محاط بأروقة من جوانبه الأربعة.

6.4.1.IV: الأروقة:

يفصل بين الغرف أروقة غير متساوية العرض، تتراوح ما بين 1.60م إلى 4.40م، وهي مسقفة بعوارض خشبية.

7.4.1.IV: الغرف:

تتوزع الغرف في قصر خداوج العمياء في شمل يجعلها تحيط بالصحن، كما هو الحال في قصور الفترة العثمانية، وهي غير متساوية الأبعاد، يبلغ عددها عشرة غرف موزعة على طوابق القصر.

---

[1] G. Marçais, **L'architecture musulmane d'occident, Tunisie, Algérie, Maroc, Espagne, Sicile, Arts et métier graphique,** Paris, 1954, p. 443.
[2] D. Grandet, **Architecture et urbanisme islamique**, O.P.U, Alger, 1992, p. 64.

IV.1.5: مرافق القصر المعيشية:

IV.1.5.1: المطبخ:

يصعب تحديد موقع القصر، حيث أنه قد أزيلت معظم العناصر المعمارية التي تدل عليه، ويحتمل أنهى كان يحتل الغرفة الغربية حاليا اعتمادا على المواقد والمداخن.

IV.1.5.2: الحمام:

لقد أزيل حمام القصر تماما، وأما موقعه في القصر فيحتمل أن يكون مجاورا للمطبخ ويشترك معه في المدخنة.

IV.1.5.3: الكنيفات:

توجد كنيفات القصر بالقرب من المرافق المعيشية في الركن الجنوبي الغربي بجانب الحمام.

IV.1.5.4: الصهاريج:

يقع صهريج القصر الوحيد بالمستوى تحت الأرضي، أسفل القاعة الواقعة أسفل الدريبة.

IV.1.5.5: العيون:

تتوفر دار خداوج العمياء على عيون جدارية في السقيفة في الجدار المقابل لمدخلها، ويدل عليها مصرف المياه و الحوض الرخامي.

IV.1.5.6: المخازن:

تم فتح حجرة صغيرة في مستوى سمك نواة السلم في بداية الطابق الأول، التي تمثل نموذج لمحزن قصر خداوج العمياء،غرفتان أخريتان، الأولى في مستوى نفس السلم، والثانية في بالغرفة الجنوبية بالطابق الأول.

IV.1.5.7: الإسطبل:

يحتل الإسطبل الطابق الأرضي من القصر، في الجزء الواقع يسار الدريبة، وهو يعلو الصهريج، حيث أنه عبارة عن قاعة مستطيلة الشكل.

IV.1.5.8: السطوح و المنازه:

يحتوي القص على سطح ندخله عبر باب خشبي صغير، وهو يتكون من مستويين، نصل إليهما من خلال السلالم الثانوية. إضافة إلى السطح نجد المنزه الذي هو عبارة عن غرفة مستطيلة الشكل، تقع في الجهة الجنوبية للسطح.

IV.1.6: العناصر المعمارية:

IV.1.6.1: الأعمدة والدعامات:

يحتوي قصر خداوج العمياء على ثلاث أنواع من الأعمدة:

- أعمدة رخامية ذات جذع ملتوي في شكل مثلثات مقلوبة ومتراصة.
- أعمدة ذات جذوع وتيجان مقلوبة من الحجر الجيري، خالية من الزخرفة.
- أعمدة رخامية جذوعها مركبة، نصفها السفلي مثمن، ونصفها العلوي ملتوي.

أما الدعامات فهي موجودة جانبي الأبواب أين يرتكز عليها عقد الباب الرخامي، وهي مربعة الشكل.

IV.1.6.2: التيجان:

يميز تيجان القصر شكلها الهرمي الناقوسي المقلوب، تظهر فيها أشكال نباتية، ويعلو التاج وسادة من الرخام التي يرتكز عليها العقد.

IV.1.6.3: العقود:

أستعمل بالقصر العقد النصف دائري، و العقد المنكسر المتجاوز، و العقد المستعرض.

4.6.1.IV: التسقيف و القباب:

نجد بالقصر نوعين من التسقيف، الأول أستعمل فيه الخشب كما هو الحال في سقف الأروقة، و الثاني يكون بالأقبية و مثال ذلك الحمام.

إضافة إلى التسقيف نجد القباب التي تحتل الأركان الأربعة للأروقة أو عند انكسار السلالم وهي مثمنة الشكل.

5.6.1.IV: الأبواب:

يحتوي قصر خداوج العمياء على عدد من الأبواب المختلفة الأشكال الأحجام المصنوعة من مادة الخشب المرصع، و المؤطرة بحجارة مستقيمة تعلوها عقود، ونجد باب للسقيفة و الدريبة، باب السلالم، حيث تتميز هذه الأبواب بضخامتها عندما تكون بالمداخل الرئيسية، ومتوسطة الأحجام عندما تكون متواجدة في الغرف، كما أنها محفوظة جيدا لأنها بعيدة عن الأماكن المغلقة التي تقل بها التهوية.

6.6.1.IV: النوافذ:

نوافذ القصر عبارة عن فتحات ضيقة، مستطيلة أو معقودة الشكل، تسمح بمرور الضوء و تكون مرتفعة نوعا ما عدى نوافذ الغرف التي تبدو متسعة نوعا ما حتى تسمح بدخول الضوء بشكل جيد، ويتمكن الجالس بداخل الغرفة برؤية ما يدور في صحن القصر، وكل نوافذ اقصر محاطة بإطار خشبي ، كما أن بعضها مسيج.

7.6.1.IV: الشمسيات:

تتوضع الشمسيات فوق مداخل أبواب الغرف، وكما تعلو كل نافذة شمسية، وهي في الغالب مزخرفة، وتؤدي دو التهوية ودخول الضوء.

IV.8.6.1: السلالم:

توجد سلالم القصر على يمين الداخل إلى السقيفة الثانية أو الدريبة، ومن خلالها يتم الارتقاء إلى الطوابق العلوية، حيث تكاد أن تلتصق ببعضها البعض لولا مداخل الأبواب التي تفصل بينها.

IV.7.1: مواد البناء و الزخرفة:

IV.1.7.1: الخشب:

أستخدم الخشب الذي هو محل دراستنا هذه بشكل واسع نوعا ما وبأنواعه المختلفة، فنجد خشب العرعار و الأرز اللذان يتميزان بصلابتهما و مقاومتهما الجيدة، حيث أنهما استعملا في صنع أسكف الأبواب والأبواب نفسها، و النوافذ و أطرها، الدرابزين و الخزانات الجدارية و العوارض الخشبية التي تربط بين التيجان، و الأخر لتعليق المشكاة، أما خلال الحقبة الاستعمارية فقد بلطت أرضة القاعة الرابعة بالطابق العلوي ببلاطات خشبية مزخرفة بدل البلاطات الرخامية.

IV.2.7.1: الحجارة:

استخدمت الحجارة في بناء جدران القصر ، حيث اقتصر ذلك على الحجارة الكبيرة في بناء أسس الجدران ، أما المتوسطة فاستعملت في بناء غرف الطوابق الأرضية، وهذا بغرض تدعيم المبنى.

IV.3.7.1: الآجر:

أستعمل الآجر كمادة للبناء و الزخرفة في آن واحد، و به يتم تشكيل ورفع العقود و الأقبية، وتسوية الجدران، أطر الأبواب و النوافذ و الأفاريز.

IV.4.7.1: القرميد:

يحتوي قصر خداوج العمياء على السطح، أي أنه لم يستعمل القرميد في التغطية، لكنه استعمل على شكل أفاريز خاصة بالسطوح وعند نهاية الطوابق.

IV.1.7.5: الملاط:

الملاط مادة ماسكة لمواد البناء الممزوجة ببعضها البعض ، لذالك فقد أستعمل في قصر خداوج العمياء ليؤدي نفس الدور.

IV.1.7.6: الجص:

أستخدم الجص في تشكيل الأقواس، نظرا لسهولة تشكيله كما أستعمل في تلبيس واجهات الحوائط الداخلية و بواطن العقود و الأقبية.

IV.1.7.7: الرخام:

نجد نوعين من الرخام المستعمل في القصر، فالنوع الأبيض ذو الأصل الايطالي أستعمل خاصة في أطر الأبواب و الأعمدة، و التيجان، أما النوع المحلي ذو اللون الأبيض الرمادي أستعمل في تبليط الأرضيات.

IV.1.7.8: المربعات الخزفية:

إن المربعات الخزفية المستعملة في هذا القصر هي من نفس الأمثلة الموجودة في سقيفة الدخول بضريح سيدي عبد الرحمان [1] ، وهي ذات أصول هولندية، وهي تتميز بحجمها الصغير [2] ، واستعملت في أماكن عدة كالأسقف، و الغرف، وفي مستوى البوائك.

IV.1.7.9: المواد المعدنية:

لا تخلو مكونات القصر المعمارية من المواد المعدنية، حيث نجد كل من النحاس و البرونز و الحديد التي استعملت في الزخرفة، وصناعة القضبان و ترصيع الأبواب.

---

(1) لعرج (عبد العزيز محمود)، **الزليج في العمارة الإسلامية بالجزائر في العصر التركي**، المؤسسة الوطنية للكتاب، الجزائر، 1990، ص. 11.

(2) G. Broussaux, **Les carreaux de faïences peints dans l'Afrique du nord**, Paris, 1930, p. 6.

10.7.1.IV: الزخرفة:

يتميز قصر خداوج العمياء بزخرفته الرائعة المتجسدة من خلال مواد البناء المتنوعة، كالخشب الذي نجده قد زخرف بزخارف نباتية و هندسية كتلك التي تظهر من خلال الدرابزين و الأبواب، كما هو الحال بالنسبة للخزفيات ، و الرخام...، إضافة إلى الزخرفة النباتية و الهندسية نميز حضور الزخرفة العمائرية، و الزخرفة الكتابية، وبعض الزخارف التجريدية الأخرى (الأرابسك).

2.VI: العناصر المناخية وعلاقتها بعوامل التاف البيولوجية بالقصر:

تعتبر العناصر المناخية من بين أهم العوامل الفيزيائية التي تكون و تؤثر على ظهور ونمو الكائنات المجهرية و البيولوجية، إذ أن هذه الأخيرة تتأثر تأثيرا مباشرا بالعوامل المناخية، هذا ما يتطلب معرفة جيدة بالعلاقة الموجودة بين هذه العناصر وتفاعلاتها المختلفة.

تتكون بيئة القصر من عنصرين مناخيين هامين ألا وهما الرطوبة و الحرارة، اللتان تتميزان بتغيرات مستمرة، وتأثر على تاف الخشب المكون للقصر و محتوياته.

1.2.VI: الرطوبة و الحرارة:

لا يمكن لأي كائن حي أن يعيش أو يتطور بدون عنصر الماء، الذي يوجد على أشكال مختلفة في المحيط، ويميز بخار الماء الموجود في المحيط أو في بنية المادة الخشبية، و يطلق عليه اسم الرطوبة، ومفعول هذه الأخيرة مرتبط بشكل واسع بدرجة الحرارة، ونميز نوعين من الرطوبة.

*** الرطوبة المطلقة (L'humidité absolue):**

الرطوبة المطلقة هي كتلة بخار الماء المحتوى في حجم معطى من الهواء في درجة حرارة معينة، ويعبر عنها بالغرام على المتر المكعب (غ/م^3) [1] .

[1] M. Cassar, **Modèles de vitrines et contrôle climatique : une analyse typologique**, Muséum, 1985, pp. 104-107.

*** الرطوبة النسبية (Humidité relative):**

يعبر عن الرطوبة النسبية من خلال الفرق المعطى بالنسبة المئوية بين الضغط الجزئي لبخار الماء (P) المحتوى في حجم معطى من الهواء و الضغط الجزئي الأعلى لبخار الماء (P′) ، أين يمكن لهذا الحجم أن يتواجد في نفس درجة الحرارة، و تعطى هذه العلاقة بالصيغة التالية: $HR\,\% = \frac{P}{P'} \times 100$

عندما يصل الهواء إلى درجة برودة منخفضة فان الرطوبة النسبية ترتفع حتى تصل قيمة درجة الحرارة، أين يبدأ الماء بالتكثف على شكل قطرات دقيقة، هذه الحرارة تسمى بـ "نقطة الندى" أو حرارة التشبع ببخار ماء الهواء [1] .

وعليه فان العلاقة الموجودة بين درجة الحرارة ونسبة الرطوبة المطلقة علاقة طردية، أي كلما زادت درجة الحرارة زادت معها نسبة الرطوبة المطلقة، وكلما زادت درجة الحرارة كلما انخفضت نسبة الرطوبة النسبية، أي أن العلاقة عكسية [2] .

2.2.VI: مصدر العناصر المناخية داخل القصر:

يقع قصر خداوج العمياء مقابل واجهة البحر الأبيض المتوسط، الذي تنبع منه نسبة رطوبة عالية في كل الفترات مقارنة مع المناطق الأخرى، وعليه فان المصدر الأول للرطوبة هو المحيط الخارجي للقصر، وتنتج هذه الرطوبة بفعل تكثف جزيئات ماء البحر بفعل درجة الحرارة التي تتسبب في تبخر الماء، وينقل هذا البخار بفعل الهواء إلى كل مكان و إلى داخل القصر، أين يتواجد الخشب.

و الخشب مادة عضوية استطرابية، أي أنه يمتص جزء من بخار الماء(الرطوبة) الموجود في الجو، ويطرحه عندما تزيد درجة الحرارة، لكي يحافظ على تأقلمه مع المحيط، و تختلف الظاهرة الاستطرابية على حسب اختلاف درجة الحرارة، و الرطوبة النسبية، و الهواء المحيط، و نوعية بنية المادة، هذا ما يفسر أن المصدر الثاني للرطوبة هي المادة الخشبية في حد ذاتها، إضافة إلى المواد العضوية الأخرى التي تتواجد في المكان و التي تتميز بالخاصية الاستطرابية، كما أنه هناك مصادر أخرى للرطوبة والمتمثلة في:

[2]M. Cassar, Op.cit, pp. 104-107.
[1] Ibid, Op.cit, pp. 104-107.

* من خلال تواجد الإنسان و نشاطاته ومعداته، بإمكان كل إنسان أن ينتج 50غرام من بخار الماء في الساعة بفعل عملية التنفس، أي أن باستطاعة أربعة أشخاص يتواجدون في قاعة ما لمدة 16 ساعة من إنتاج 3.2 كلغ من بخار الماء.

* أما الأعمال التي يمكن أن يقوم بها كالطبخ وتسخين الماء وغسل الأواني يوميا، ينتج عنها طرح 3كلغ من بخار الماء يوميا.

* أما دورات المياه فينتج عنها يوميا حوالي 0.6كلغ من بخار الرطوبة، إضافة إلى غسل الأرضيات التي تنتج 0.3كلغ .

*غسل وتجفيف المنسوجات و الملابس، من خلال هذه الأعمال اليومية فانه يمكن أن ينتج عنها 12 كلغ من الرطوبة أسبوعيا.

بناءا على ما سبق فانه إذا توفرت جملة هذه المصادر في غرفة أو طابق مساحته 150م^3، فانه ينتج عنها ما قيمة 3غرام من الرطوبة في الساعة و في المتر المكعب الواحد (3غ/م^3.سا) وهذا ما يرهق البنية الخشبية فيزيائيا، ويجاب عوامل التلف البيولوجية.

هذه المعطيات إن دلت فإنما تدل على أن مصادر الرطوبة مختلفة ومعقدة، وهي التي تأثر تأثيرا بليغا على المادة الخشبية من جهة وعلى نمو وتطور عوامل التلف البيولوجية من جهة أخرى، وهذه الأخيرة تجد المادة الخشبية ملاذها المناسب للتعشيش و الاستقرار و الإثمار، هذا ما يملي علينا أن نولي العناصر المناخية قدرا من الدراسة و الاهتمام.

3.2.VI: قياس العناصر المناخية بالقصر:

من الضروري قياس و مراقبة درجة الحرارة ونسبة الرطوبة في محيط القصر و مختاف مكوناته المعمارية، و الشروط الملائمة التي ينبغي توفرها تكون خاصة بنوعية كل مادة، وتحترم المعايير العلمية، فالمادة الخشبية تتناسب مدة تعميرها مع درجة حرارة 18°م ± 2°م، ونسبة رطوبة 55% ± 5%، وتحقيق هذه المقاييس في قصر خداوج العمياء مهمة صعبة جدا، حيث أنها تتطلب دراسة خاصة و إمكانيات مادية معتبرة لكي

نستطيع أن نتحكم في استقرار هذين العاملين الهامين المساهمين بدرجة كبيرة في توفر الجو الملائم لتطور ونمو مختلف العوامل البيولوجية التي من شأنها أن تساهم في تلف المادة الخشبية الأثرية، و لا شك في ذالك.

مهما تكن العوائق المادية ، العملية و المعمارية، فانه يتوجب معرفة دقيقة للشروط المناخية التي تتغير داخل القصر، لهذا الغرض توجب قياس درجة الحرارة و نسبة الرطوبة النسبية للمحيط الداخلي للقصر على مدار السنة، ويتم ذلك بتوفير واستعمال مختلف الآلات و الأدوات المخصصة لذلك.

تماشيا مع هذه الشروط العلمية، ومن أجل القيام بخطوات عملية مؤسسة لهذا الغرض، قمنا بدراسة المناخ الداخلي للقصر من خلال قياس درجة الحرارة ونسبة الرطوبة خلال سنة 2006 و الثلاثي الأول من سنة 2007،حيث تم استعمال بعض المعدات التي يتوفر عليها المتحف وتحصلنا على معدلات هذين العنصرين على مدار ثلاثة أشهر.

4.2.VI: المعدات المستعملة:

أ: جهاز قياس درجة الحرارة و نسبة الرطوبة (Thermo - hygromètre):

بواسطة هذا الجهاز نقوم بقياس درجة الحرارة و نسبة الرطوبة وتسجيلهما في جدول خاص، وهذا الجهاز على ثلاثة أنواع:

* النوع الأول محمول (Thermo - hygromètre portable)، يستعمل هذا الجهاز يوميا حيث يمكننا من تسجيل متغيرات درجة الحرارة ونسبة الرطوبة (الصورة رقم:38).

* أما النوع الثاني(Thermo – hygromètre a bande) فيوضع في قاعة ما، وهو يتكون من قلمين لتسجيل متغيرات الحرارة و الرطوبة على ورق ميليمتري، حيث يوضع داخل القاعة لمدة أسبوع لأن الورق الميليمتري مجزئ إلى سبعة أقسام وكل قسم يسجل به متغيرات يوم واحد، وبعدها يتم قراءة هذه المعطيات، ثم نقوم بترجمتها على المنحنى البياني وبعدها تحليل هذه المعطيات (الصورة رقم:39).

* و النوع الثالث (Mini Thermo-hygromètre de vitrine) فله نفس دور الجهازين السابقين ، إلا أنه خاص بالخزانات، وهو يتكون من مؤشرين أحدهما خاص بتسجيل درجة الحرارة و الآخر خاص بتسجيل نسبة الرطوبة، وفي أسفله يوجد شريط مصنوع من مادة خاصة ومرقم، فكلما زادت نسبة الرطوبة يأخذ هذا الشريط بالتلون، ومن خلال هذا التلون نستطيع مراقبة نسبة الرطوبة داخل الخزانة أو الأماكن المغلقة (الصورة رقم:40) .

ب: جهاز قياس الضوء (Luxmètre):

يستعمل هذا الجهاز في قياس حدة الضوء المنتشر في الوسط، حيث يسمح بالتفريق بين حدة الأشعة فوق البنفسجية، وهو يتكون من قلم حساس للضوء و متصل بجهاز التسجيل الرقمي (الصورة رقم:41).

ج: جهاز امتصاص الرطوبة (Déshumidificateur):

من الضروري بمكان أن تتوفر المؤسسات المتحفية على هذا النوع من الأجهزة، الذي يسمح بامتصاص نسبة الرطبة الزائدة، وذلك من خلال برمجته على حسب النسبة المناسبة بكل مادة، حيث أن النسبة الملائمة للمادة الخشبية هي 55% ± 5%، فيتم برمجة هذا الجهاز على هذه النسبة، ويقوم بامتصاص النسبة الزائدة في المحيط ويحولها على شكل ماء في إناء خاص ملتصق بالجهاز، وعندما تصل نسبة الرطوبة إلى القيمة المطلوبة يتوقف الجهاز آليا، وعندما ترتفع الرطوبة عن القيمة المطلوبة يشتعل الجهاز آليا وهكذا (الصورة رقم: 43،42) .

5.2.VI: عملية المراقبة:

باستعمال الأجهزة السابق الذكر نقوم بقياس درجة الحرارة ونسبة الرطوبة يوميا، ونسجلها كل قيمة في جدول خاص، ثم نحللها شهريا، وبعدها كل ثلاثة أشهر ، وفيما يلي نلخص عملية مراقبة درجة الحرارة و نسبة الرطوبة في كل قاعة من قاعات المتحف

للثلاثي الأول من سنة 2007 (أي خلال شهر جانفي، فيفري، مارس)، فتحصلنا على القيم التالية:

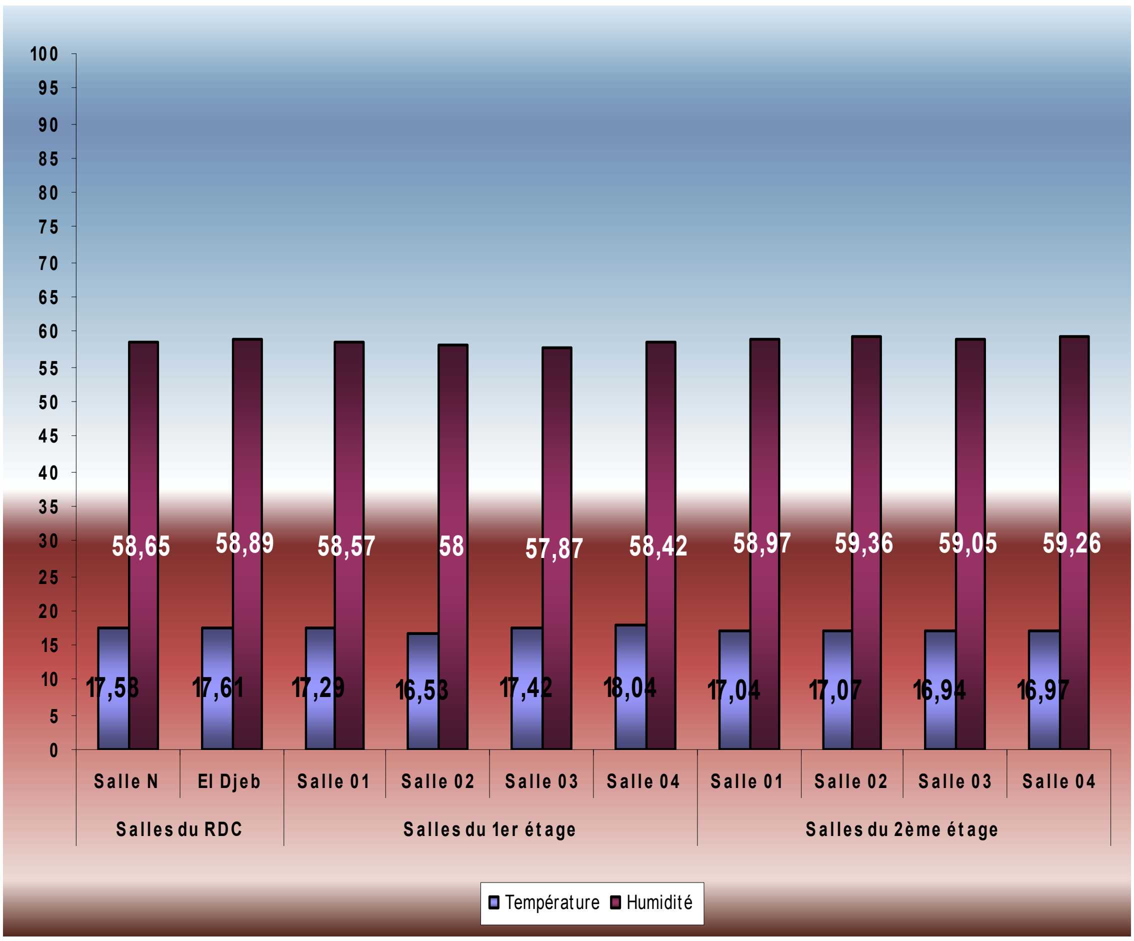
أ: شهر جانفي:

	قاعات الطابق الأرضي		قاعات الطابق الأول				قاعات الطابق الثاني			
	ق1	الجب	ق1	ق2	ق3	ق4	ق1	ق2	ق3	ق4
ح:°م	17.58	17.61	17.29	16.53	17.42	18.04	17.04	17.07	16.94	16.96
ر:%	58.65	58.89	58.57	58.00	57.87	58.42	58.97	59.36	59.05	59.26

حيث أن: **ح:°م** تمثل درجة الحرارة، و **ر:%** تمثل نسبة الرطوبة

الجدول رقم(03): قيم درجة الحرارة ونسبة الرطوبة المسجلة بقاعات القصر لشهر جانفي

*** تمثيل الجدول بالأعمدة البيانية:**



أعمدة بيانية تمثل درجة الحرارة ونسبة الرطوبة المسجلة في شهر جانفي.

*** تحليل معطيات شهر جانفي:**

من خلال المعطيات المدونة في الجدول و المترجمة على الأعمدة البيانية، يلاحظ أنه خلال شهر جانفي سجلت أدنى درجة حرارة بالقاعة الثانية بالطابق الأول والمقدرة بـ 16.53°م، وأعلى درجة سجلت بالقاعة الرابعة بالطابق الأول و المقدرة بـ18.04°م،أما نسبة الرطوبة الدنيا فقد قدرت بـ 57.55% وهي مسجلة بالطابق الثاني في القاعة الأولى، أما أعلى نسبة فقد سجلت بالقاعة بالجب بالطابق الأرضي و المقدرة بـ 60.32%.

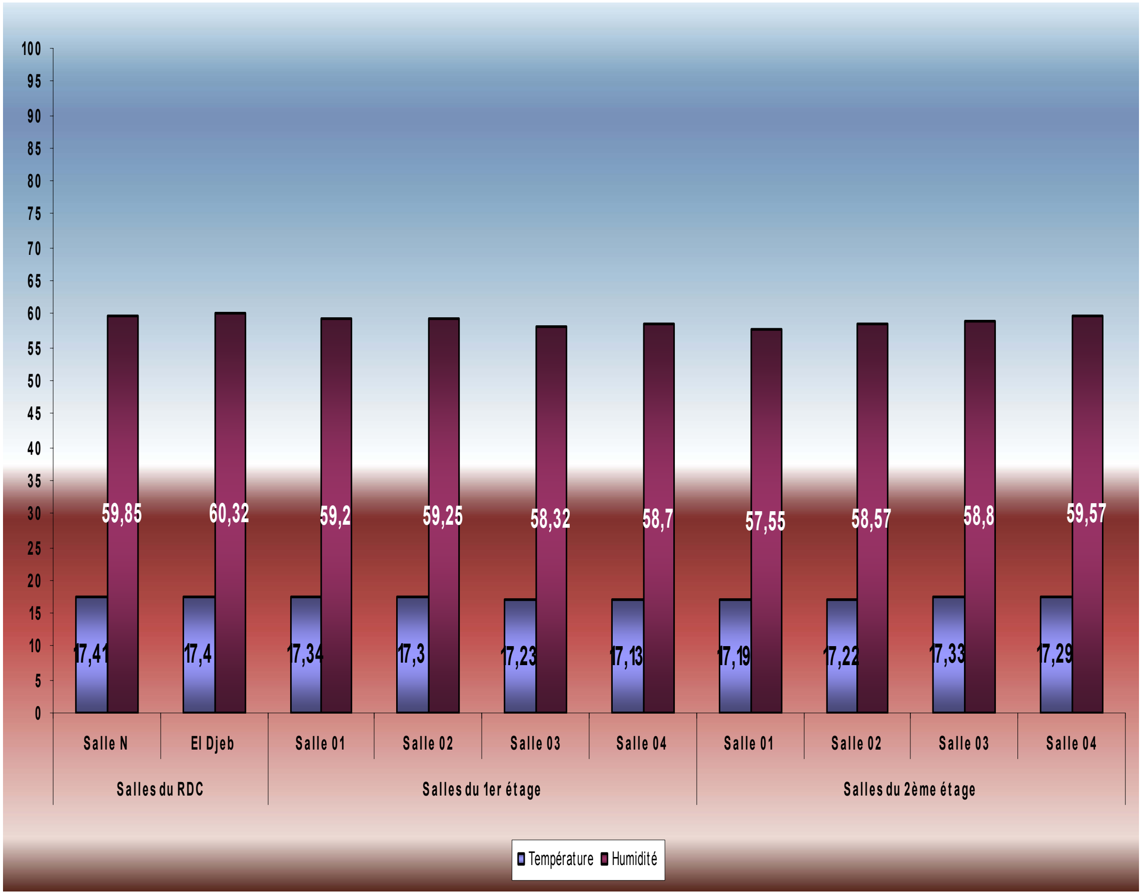
ب: شهر فيفري:

	قاعات الطابق الأرضي		قاعات الطابق الأول				قاعات الطابق الثاني			
	ق1	**الجب**	**ق1**	**ق2**	**ق3**	**ق4**	**ق1**	**ق2**	**ق3**	**ق4**
ح:°م	17.41	17.4	17.34	17.3	17.23	17.13	17.19	17.22	17.33	17.29
ر:%	59.85	60.32	59.2	59.25	58.32	58.7	57.55	58.57	58.8	59.57

حيث أن: **ح:°م** تمثل درجة الحرارة، و **ر:%**

الجدول رقم(04): درجة الحرارة ونسبة الرطوبة المسجلة بقاعات المتحف لشهر فيفري

*** تمثيل الجدول بالأعمدة البيانية:**



أعمدة بيانية تمثل درجة الحرارة ونسبة الرطوبة المسجلة في شهر فيفري.

*** تحليل معطيات شهر فيفري:**

تقدر أدنى درجة لشهر فيفري بـ 17.3°م بالقاعة الثانية بالطابق الأول، و أعلى درجة سجلت بقاعة الطابق الأرضي و المقدرة بـ 17.41°م، أما نسبة الرطوبة الدنيا فقد سجلت في القاعة الرابعة بالطابق الأول و المقدرة بـ 58.7**%،** و نسبة الرطوبة العليا فقد بلغت نسبة 59.85**%** وهي مسجلة بنفس القاعة.

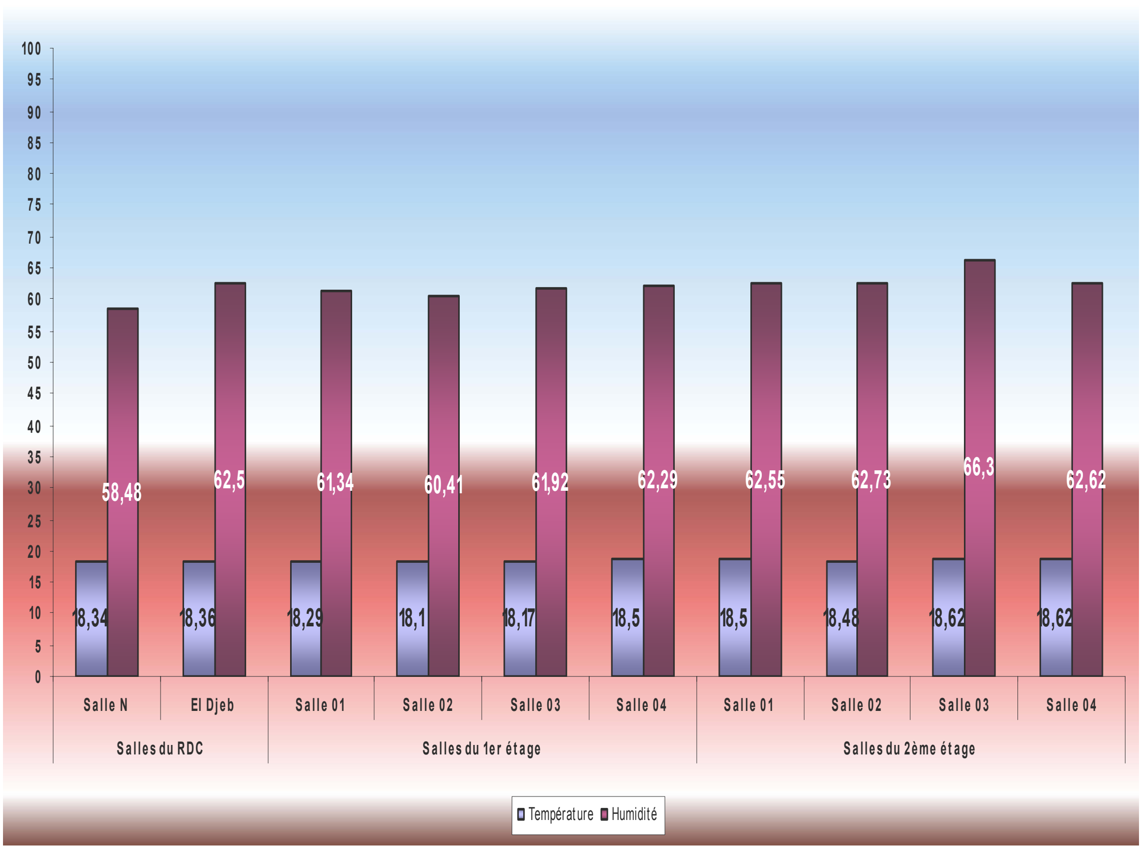
ج: شهر مارس:

	قاعات الطابق الأرضي		**قاعات الطابق الأول**				**قاعات الطابق الثاني**			
	ق1	**الجب**	**ق1**	**ق2**	**ق3**	**ق4**	**ق1**	**ق2**	**ق3**	**ق4**
ح:°م	18.34	18.36	18.29	18.1	18.17	18.5	18.5	18.48	18.62	18.62
ر:%	58.48	62.5	61.34	60.41	61.92	62.29	62.55	62.73	66.3	62.62

حيث أن: **ح:°م** تمثل درجة الحرارة، و **ر:%** تمثل نسبة الرطوبة

الجدول رقم(05): قيم درجة الحرارة ونسبة الرطوبة المسجلة بقاعات القصر لشهر مارس.

*** تمثيل الجدول بالأعمدة البيانية:**



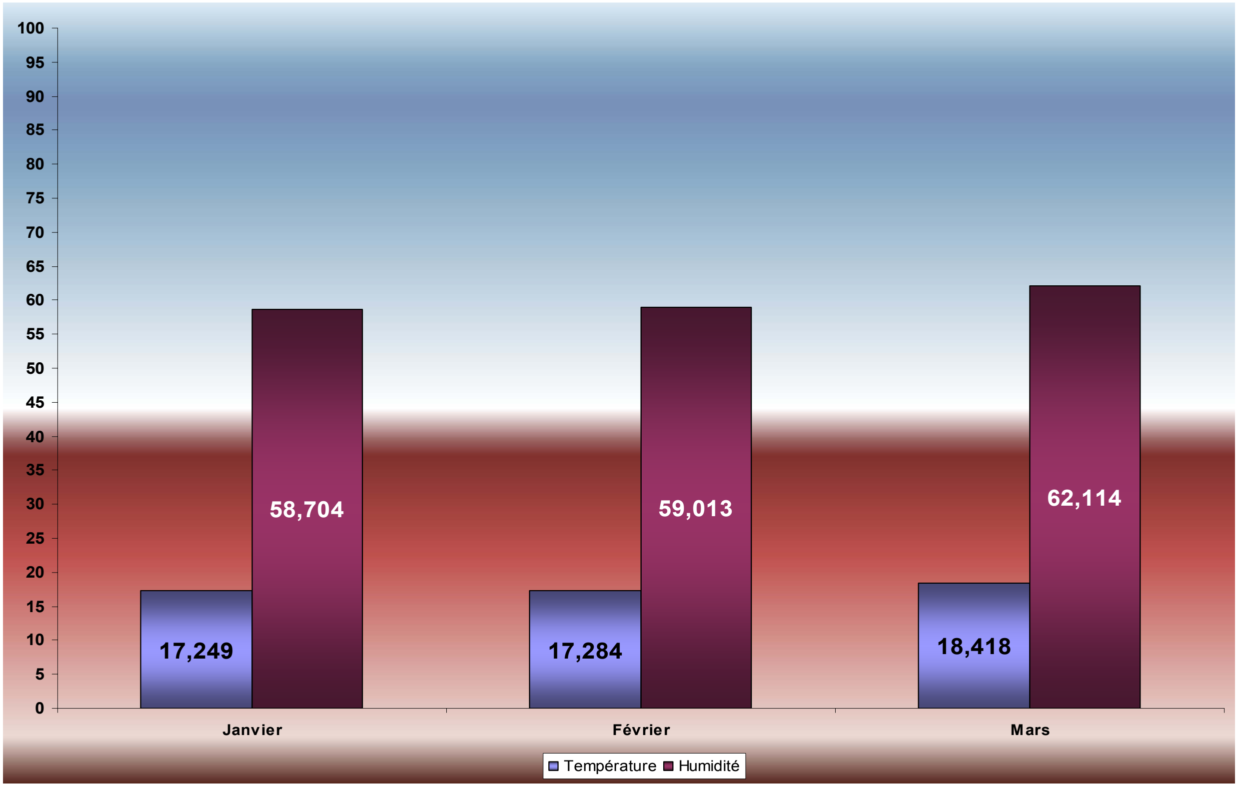
*** أعمدة بيانية تمثل درجة الحرارة ونسبة الرطوبة المسجلة في شهر مارس.**

تحليل معطيات شهر مارس:

في الشهر الأخير من الثلاثي الأول من سنة2007، وصلت درجة الحرارة أدنى معدل لها الذي بلغ18.1 °م بالقاعة الثانية من الطابق الأول، أما أعلى معدل لها فسجل في كل من القاعة الثالثة و القاعة الرابعة في الطابق الثاني، أما فيما يخص نسب الرطوبة فقد بلغت نسبها الدنيا بقاعة الطابق الأرضي و المقدرة بـ 58.48%، و أعلى نسبة سجلت بالقاعة الثانية بالطابق الثاني التي وصلت إلى 62.73%.

ما سبق يمكن استنتاج أن تغيرات الرطوبة والحرارة تكون قد مست كل محيط هذا إن دل إنما يدل على أن العناصر المناخية للمحيط الداخلي للمتحف تتأثر بمتغيرات نفس العناصر بالمحيط الخارجي، إذا فالمتحف ومكوناته يتأثر بالدرجة الأولى بالمحيط الخارجي وذلك من خلال موقعه.

من خلال المنحنى البياني التالي الخاص بالثلاثي الأول، يمكن استنتاج الفروق المسجلة بين درجة الحرارة الدنيا و العليا وكذا نسبة الرطوبة العليا و الدنيا للقصر، ويلاحظ أنها مستقرة ، حيث أنها لا تكاد تبلغ درجتين كفرق في درجة الحرارة، و درجة واحدة كفرق بين نسب الرطوبة، وهذا راجع إلى أن هذا الثلاثي خاص بفترة الشتاء أين يسجل استقرار نوعي لعناصر المناخ مقارنة مع الفصول الأخرى، إضافة إلى نجاعة التجهيزات الخاصة بتعديل نسب الرطوبة، وكذا الخصائص المعمارية للقصر.



أعمدة بيانية تمثل معدلات درجة الحرارة ونسب الرطوبة للثلاثي الأول من سنة 2007 بقصر خداوج العمياء

3.VI: عينة الدراسة:

1.3.VI: تعريف عينة الدراسة:

بعد الطلب الذي تقدمنا به إلى إدارة متحف الفنون و التقاليد الشعبية والمتمثل في طلب الترخيص لإجراء تشخيص ميداني على عينة خشبية موجودة بتسقيف الطابق العلوي للقصر، بغرض إعداد رسالة الماجستير في علم الآثار، وبعد الموافقة على الترخيص قمنا بالأعمال التالية:

تم اختيار عينة الدراسة من تسقيف الطابق العلوي لقصر خداوج العمياء (الصورة رقم:44) باعتبار أن العناصر الخشبية المستعملة في التسقيف يمكن رؤيتها و تشخيصها، وقد أجريت عليها بعض التدخلات في إطار مشروع الصيانة و الترميم الذي تنوي إدارة المتحف مباشرة أعماله، حيث أزيح الملاط الذي يغطي العناصر الخشبية بغرض تشخيص حالة تلك الهياكل الخشبية المستعملة في التسقيف، و بعد المعاينة الميدانية التي قام بها مكتب الدراسات قدم تقرير جاء في ملخصه ما يلي:

تبعا لطلب إدارة المتحف الوطني للفنون و التقاليد الشعبية، الذي يتعلق بطلب مساعدة تقنية من أجل إعداد مشروع ترميم سقف المتحف، وبعد الاطلاع على تفاصيل المشروع تنقلت فرقتنا إلى عين المكان وأجرت معاينة تمهيدية على عناصر البنية الخشبية[1].

*** نتائج المعاينة:**

جاءت الملاحظات التالية بهدف توجيه التوصيات المتوقعة كحلول مقترحة من طرف مكتب الدراسات المكلف بالعملية:

1: ظهور حالة تلف جد متقدمة على مستوى الروافد (Poutre) الخشبية الأساسية المدعمة للسقف المصنوع من الجص (Stucs) وهذا ما نتج عنه تفتت واضح للروافد من خلال الشقوق و التصدعات الناتجة عن الرطوبة.

2: وجود تدعيم خشبي في أسفل الروافد متفتت بسبب تأثير ظاهرة الرطوبة.

3: وجود أوتاد معدنية عرضية متآكلة.

---

[1] B.E.T Slimani, **Restauration du comble du Musée National des Arts et Tradition Populaires –CASBAH-,** Rapport d'examen N°1, Bureau d'études : GAUR, Alger, 2006, p1.

4: ملاحظة أن الجدران العرضية التي ترتكز عليها روافد التسقيف جد ضعيفة و متآكلة.

5: ملاحظة تصدعات عميقة في الجدار العرضي في الجهة الشرقية للسقف.

*** التوصيات:**

1: إن المعالجة الخاصة بالخشب كحقنه بمبيدات الحشرات أو الفطريات هي عملية عادة ما تتم عندما يكون التلف في طوره الأولي، وكذا باعتبار هذه العملية تندرج ضمن المقاييس الوقائية من أجل المحافظة الجيدة للعناصر الخشبية، وفيما يخص حالة العينات التي تطرقنا إليها فهي في وضع جد متقدم من التلف.

2: المحافظة على العناصر الخشبية المتآكلة بفعل الرطوبة و الحشرات الذي انتهى بها إلى فقدان كبير للمادة، وكذلك تأثر الجدران الحاملة لروافد التسقيف بالتجويفات الناتجة بفعل الرطوبة.

3: المنهجية المتبعة في ترميم الجدان الحاملة لروافد التسقيف هي تقنية تتطلب أولا تدعيم لروافد التسقيف، أما فيما يخص هذه الحالة فان الروافد الأساسية ترتكز على دعائم خشبية موجودة بداخل الجدران الحاملة لها وهذه الأخيرة هي بدورها تعرضت لحالة تلف جد متطورة.

على هذا الأساس فان تدعيم وتثبيت الجدران من خلال إعادة بنائها لا يمكن القيام به إلا من خلال نزع الروافد الخشبية، هذا ما سينتج عنه تحطم لهذه الأخيرة .

4: إن التدعيم الخاص بالبناءات يتطلب توزيع متساوي ومنسق للمواد على الجدران و الذي يكون على حساب الروافد المتلفة، هذا ما ينتج عنه تدعيم هش.

5: تدعيم الجدران باستعمال نفس الروافد طريقة غير فعالة لأن العناصر الخشبية المستعملة هي في طريق الاندثار، لذا فالتدعيم يكون باستعمال دعائم حديدية.

6: إعادة وضع الدعائم الخشبية المدعمة يقتضي نزع الدعائم الحديدية[1] .

---

(1) B.E.T SLIMANI, Op. Cit. pp 2.4.

*** خاتمة التقرير:**

إن حلول التقوية المقترحة تمثل صعوبة حقيقية عند تنفيذها، كما أنها لا تأخذ بعين الاعتبار بعض الاضطرابات كتلك المتعلقة بالعتبات الخشبية التي لم تخضع لعملية المحافظة.

في حين أن نقل الدعائم الخشبية من المبنى غير ممكنة، هذه الأخيرة يمكن استبدالها.

نطلب من مكتب الدراسات أن يوجه حلوله إلى استبدال الدعائم الخشبية من خلال نقلها المؤقت لتقويتها ثم إعادتها بنظام تدعيم أولي بعد استعمال ألواح خشبية في السطح بطريقة تقليدية بدون أن يتأثر استقرار السطح.

إن نظام النقل المؤقت و التقوية يتم عن طريق تحرير كلي للدعائم الخشبية و الجدران الحاملة لها وبعدها يتم تقويتها هي الأخرى.

في انتظار موافقتكم، نحن تحت خدمة مكتب الدراسات من أجل توضيح كل التفاصيل و تقديم الاقتراحات، وتطبيق الأعمال بما يتماشى مع التقرير المقدم.(2)

بعد الاطلاع على الأعمال السابقة، حولنا أن نتعرف على عينات الدراسة المقترحة و تشخيص حالتها الفيزيائية و التعرف على العوامل البيولوجية التي مست بنيتها بنوع من التلف وذلك من خلال إعداد بطاقة تقنية لكل عينة، حيث يتم فيها وصف عينات الدراسة واستنتاج الحلول و التوصيات التي من شأنها أن تقلل من تدهور المادة الخشبية أو تعيدها إلى حالة فيزيائية جيدة تجعلها تستمر بدورها كأحد المواد الأساسية في تماسك البناء وكذا استمرار دورها التاريخ و الحضاري.

لقد تم أخذ خمسة عشر مظهر من مظاهر تلف العينة المقترحة بسبب عوامل التلف البيولوجية، حيث نجد أن معظم هذه المظاهر قد تسبب في ظهورها أكثر من نوع واحد من عوامل التلف البيولوجية:

(2) B.E.T Slimani, Op. Cit. pp 4.5.

VI.2.1: البطاقة التقنية النموذجية.

- رقم البطاقة:...
- التاريخ:.../.../...20.
- صاحب المشروع: (مؤسسة/ شخص/ فرقة...)

العنوان:...

الهاتف رقم:...

العنوان الالكتروني:....................................

تشخيص عوامل التلف.

- طريقة التشخيص:

☐ بالعين المجردة (تشخيص أولي).

☐ التحليل المخبري.

- الأدوات المستعملة:

....
....
....
....
....

تعريف العينة.

- نوع الخشب:.....................................
- المقاسات:

الطول:... سم

العرض:... سم

الارتفاع:... سم

السمك:... سم.

وصف العينة:

شقوق وتصدعات　　　ثقوب وفتحات

تفتت البنية.

نوع التلف البيولوجي.

1: الحشرات:

نوعها:...

وصفها:..

دلائل تواجدها: الثقوب/البراز/ النشارة/الصوت.

ملاحضة:...

2: الفطريات:

نوعها:...

وصفها:..

دلائل تواجدها: لون الخشب/بقايا الفطر/تعفن.

ملاحضة:...

3: كائنات مجهرية مرافقة:

نوعها/وصفها:....................................

صورة خاصة بعينة الدراسة.

نتيجة التشخيص.

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

التوصيات و الاقتراحات:

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

البطاقة التقنية الخاصة

بالعينة رقم:01

- رقم البطاقة:01
- التاريخ:2007/03/06.
- صاحب المشروع: (مؤسسة/ شخص/ فرقة...)

الطالب: أعمر ربعين

تشخيص عوامل التاف.

* طريقة التشخيص:

[X] بالعين المجردة (تشخيص أولي).

[ ] التحليل المخبري.

* الأدوات المستعملة:

أدوات القياس (المتر، الديكامتر)، عدسة مكبر، القدم القناوية، آلة تصوير رقمية، المخطط المعماري للمتحف، المخطط المعماري لعينة الدراسة.

تعريف العينة.

* نوع الخشب:.................................

* المقاسات:

الطول:600 سم. العرض:30 سم.

الارتفاع:40 سم السمك:/ سم.

***وصف العينة:**

أخذت العينة الأولى من رافدة التسقيف الأولى من الجزء الذي يرتكز على الجدار (الشكل رقم:...)، يتضح من خلال هذه العينة ظهور شقوق، و تصدعات، و ثقوب في عمق البنية الخشبية وتفتتها، خاصة الجزء الذي يرتكز على الجدار

نوع التاف البيولوجي.

الحشرات [X]

نوعها:.......(من خلال الدراسة المخبرية)............ وصفها:...

*** دلائل تواجدها:**

الثقوب [X] النشارة [X] البراز [ ] الصوت [ ]

ملاحظة: كثرة ثقوب وأروقة الحشرات وكذا النشارة الناتجة عن ذلك، اظافة إلى تشقق البنية الخشبية.

الفطريات [X]

نوعها: ....(من خلال الدراسة المخبرية)............ وصفها:...

*** دلائل تواجدها:**

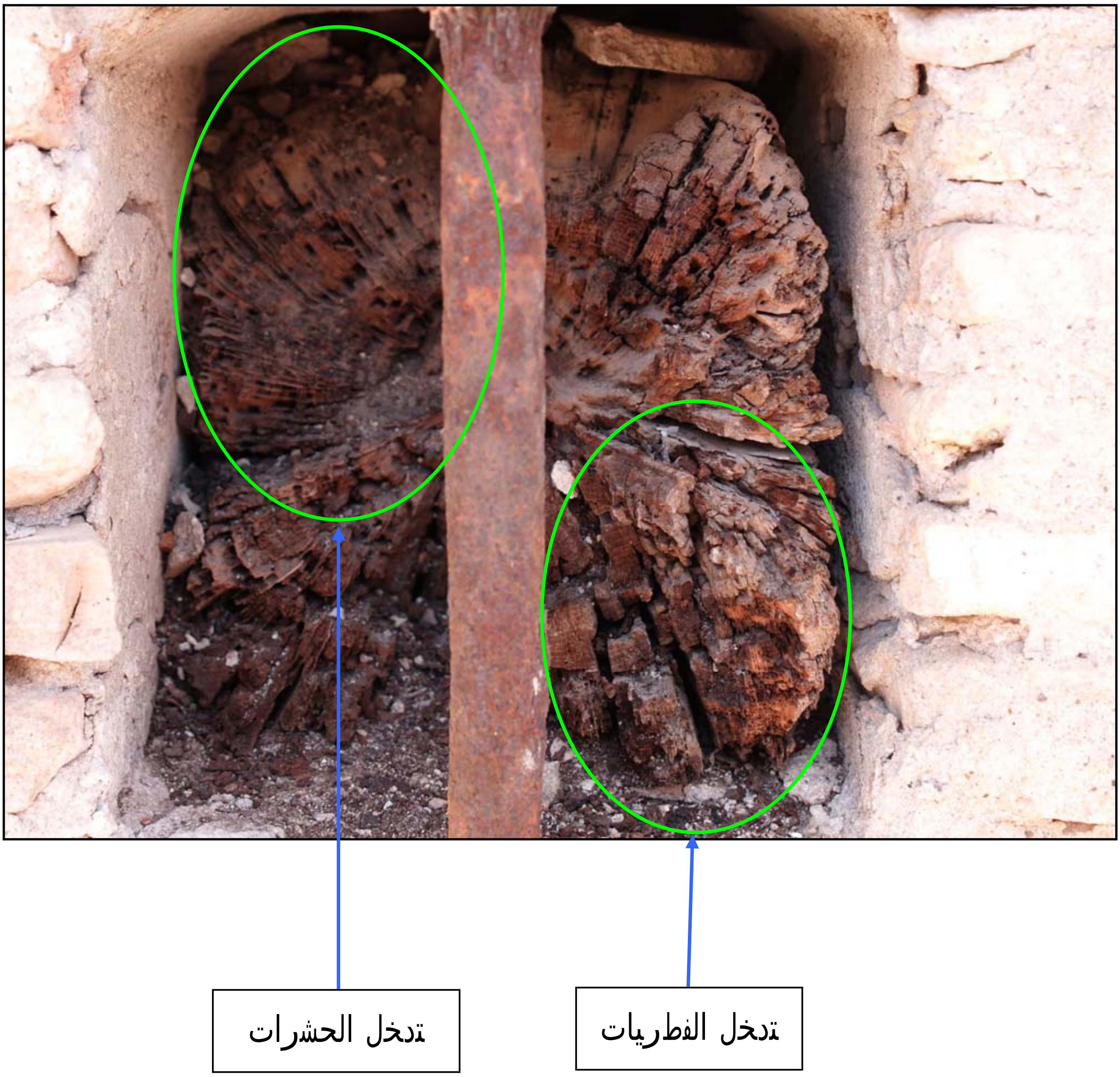
تلون الخشب [X] بقايا الفطر [ ] تعفن [X] تفتت الخشب [X] تشقق وتصدع الخشب.

ملاحظة: تلون الخشب بالون الرمادي القاتم وتشققه على شكل مكعبات صغيرة،و هشاشة البنية.

كائنات مجهرية مرافقة [ ]

نوعها/وصفها:.................. ......(من خلال الدراسة المخبرية)..

ملاحظة: إن وجدت لا يمكن التعرف عليها إلا من خلال الدراسة المخبرية البيولوجية.



الصورة رقم (26): العينة رقم 1.

البطاقة التقنية الخاصة

بالعينة رقم:02

- رقم البطاقة:02
- التاريخ:2007/03/06.
- صاحب المشروع: (مؤسسة/ شخص/ فرقة...)
الطالب: أعمر ربعين

تشخيص عوامل التاف.

* طريقة التشخيص:

[X] بالعين المجردة (تشخيص أولي).

[ ] التحليل المخبري.

* الأدوات المستعملة:

أدوات القياس (المتر، الديكامتر)، عدسة مكبر، القدم القناوية، آلة تصوير رقمية، المخطط المعماري للمتحف، المخطط المعماري لعينة الدراسة.

تعريف العينة.

* نوع الخشب:.................................

* المقاسات:

الطول:600 سم. العرض:30.8 سم.

الارتفاع:48 سم. السمك:/ سم.

*** وصف العينة:**

أخذت العينة الثانية من رافدة التسقيف الثانية (الشكل رقم:...) وهي عبارة عن صورة مكبرة تظهر مدى كثافة أروقة الحشرات المملوءة بالبراز و النشارة، انفصال الألياف الخشبية عن بعضها البعض و تدهور البنية الفيزيائية للعينة.

نوع التاف البيولوجي.

[X] **الحشرات:**

نوعها:.......(من خلال الدراسة المخبرية).......... وصفها:...

*** دلائل تواجدها:**

[X] الثقوب [X] النشارة [X] البراز [ ] الصوت

ملاحظة: كثرة أروقة الحشرات مما يدل على كثافة تواجد الحشرات و يرقاتها.

[ ] **الفطريات:**

نوعها: ....(من خلال الدراسة المخبرية).......... وصفها:...

*** دلائل تواجدها:**

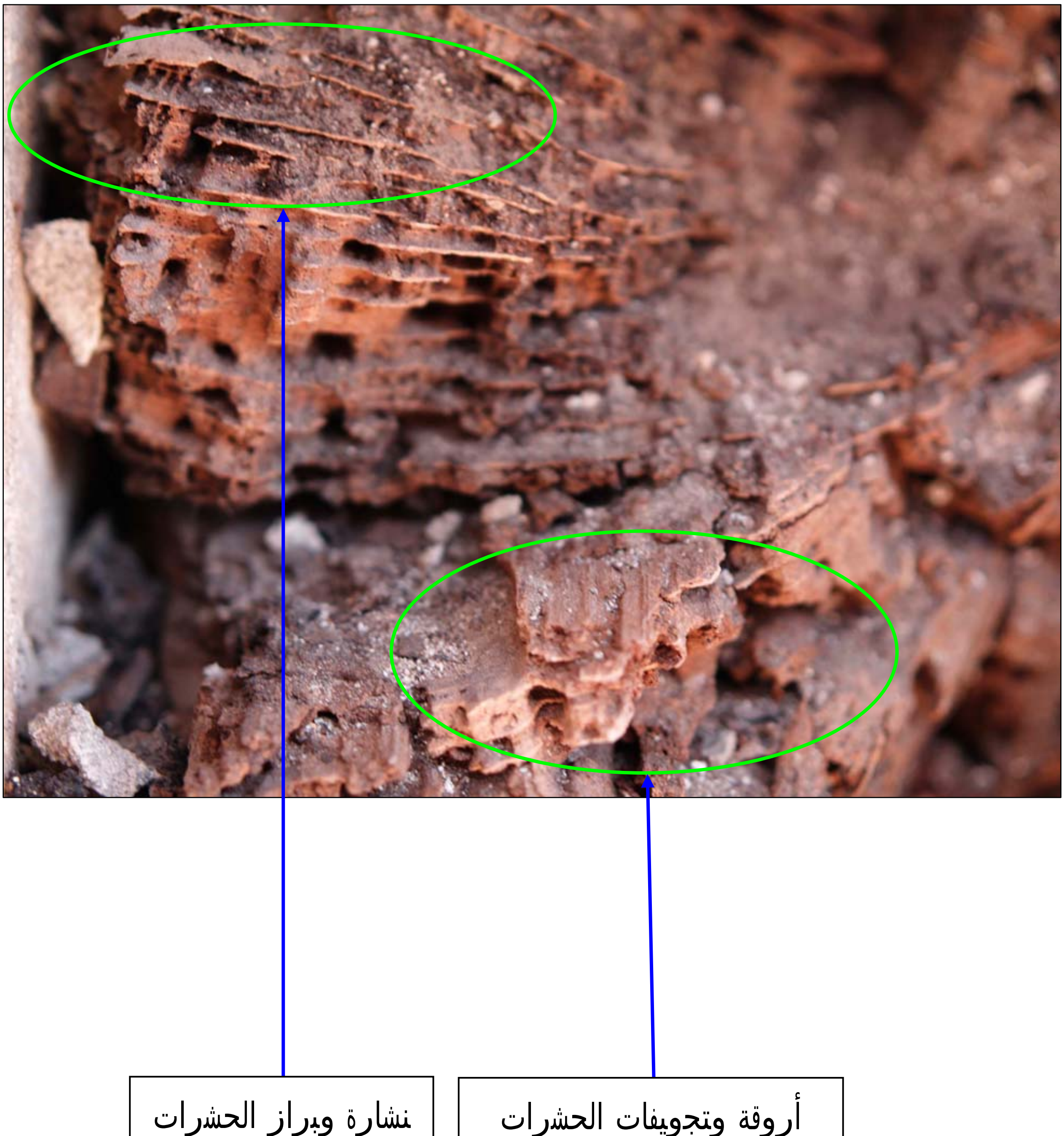
[ ] تلون الخشب [ ] بقايا الفطر [ ] تعفن [ ] تفتت الخشب [ ] تشقق وتصدع الخشب.

ملاحظة: ....

[ ] **كائنات مجهرية مرافقة:**

نوعها/وصفها:................. ....(من خلال الدراسة المخبرية)...

ملاحظة: إن وجدت لا يمكن التعرف عليها إلا من خلال الدراسة المخبرية البيولوجية.



الصورة رقم(27): العينة رقم 2.

البطاقة التقنية الخاصة

بالعينة رقم:03

- رقم البطاقة:03
- التاريخ:2007/03/06.
- صاحب المشروع: (مؤسسة/ شخص/ فرقة...)

الطالب: أعمر ربعين

تشخيص عوامل التلف.

* طريقة التشخيص:

[X] بالعين المجردة (تشخيص أولي).

[ ] التحليل المخبري.

* الأدوات المستعملة:

أدوات القياس (المتر، الديكامتر)، عدسة مكبر، القدم القناوية، آلة تصوير رقمية، المخطط المعماري للمتحف، المخطط المعماري لعينة الدراسة.

تعريف العينة.

* نوع الخشب:...................................

* المقاسات:

الطول:600 سم. العرض:30.8 سم.

الارتفاع:48 سم. السمك:/ سم.

*** وصف العينة:**

أخذت العينة الثالثة من رافدة التسقيف الثانية حيث يظهر من خلالها هشاشة البنية الخشبية نتيجة تدخل بعض أنواع الحشرات عليها.

نوع التلف البيولوجي.

[X] **الحشرات:**

نوعها:.......(من خلال الدراسة المخبرية).......... وصفها:...

*** دلائل تواجدها:**

[X] الثقوب [X] النشارة [X] البراز [ ] الصوت

ملاحظة: كثرة أروقة الحشرات مما يدل على كثافة تواجد الحشرات و يرقاتها.

[ ] **الفطريات:**

نوعها: ....(من خلال الدراسة المخبرية).......... وصفها:...

*** دلائل تواجدها:**

[ ] تلون الخشب [ ] بقايا الفطر [ ] تعفن [ ] تفتت الخشب [ ] تشقق وتصدع الخشب.

ملاحظة: ....

[ ] **كائنات مجهرية مرافقة:**

نوعها/وصفها:................ ....(من خلال الدراسة المخبرية)...

ملاحظة: إن وجدت لا يمكن التعرف عليها إلا من خلال الدراسة المخبرية البيولوجية.



الصورة رقم (28): العينة رقم 3

البطاقة التقنية الخاصة
بالعينة رقم:04

- رقم البطاقة:04
- التاريخ:2007/03/06.
- صاحب المشروع: (مؤسسة/ شخص/ فرقة...)
الطالب: أعمر ربعين

تشخيص عوامل التلف.

* طريقة التشخيص:

[X] بالعين المجردة (تشخيص أولي).
[ ] التحليل المخبري.

* الأدوات المستعملة:

أدوات القياس (المتر، الديكامتر)، عدسة مكبر، القدم القناوية، آلة تصوير رقمية، المخطط المعماري للمتحف، المخطط المعماري لعينة الدراسة.

تعريف العينة.

* نوع الخشب:..................................
* المقاسات:

الطول:600 سم. العرض:30.8 سم.
الارتفاع:48 سم. السمك:/ سم.

*** وصف العينة:**

أخذت العينة الرابعة من رافدة التسقيف الرابعة ويظهر التسقيف الأولي تقطع البنية الخشبية على شكل مكعبات وظهور تشققات عليها، و تفتت جزء منها بسبب الفطريات،إضافة إلى ظاهرة الرطوبة مع غياب لدلائل تواجد الحشرات.

نوع التلف البيولوجي.

[ ] **الحشرات:**

نوعها:.......(من خلال الدراسة المخبرية).......... وصفها:..

*** دلائل تواجدها:**

[ ] الثقوب [ ] النشارة [ ] البراز [ ] الصوت

ملاحظة: كثرة أروقة الحشرات مما يدل على كثافة تواجد الحشرات و يرقاتها.

[X] **الفطريات:**

نوعها: ....(من خلال الدراسة المخبرية).......... وصفها:..

*** دلائل تواجدها:**

[X] تلون الخشب [ ] بقايا الفطر [ ] تعفن [X] تفتت الخشب [X] تشقق وتصدع الخشب.

ملاحظة: ....

[ ] **كائنات مجهرية مرافقة:**

نوعها/وصفها:................. ....(من خلال الدراسة المخبرية)..

ملاحظة: إن وجدت لا يمكن التعرف عليها إلا من خلال الدراسة المخبرية البيولوجية.



الصورة رقم (29): العينة رقم 4

البطاقة التقنية الخاصة

بالعينة رقم:05

- رقم البطاقة:05
- التاريخ:2007/03/06.
- صاحب المشروع: (مؤسسة/ شخص/ فرقة...)
الطالب: أعمر ربعين

تشخيص عوامل التلف.

* طريقة التشخيص:

[x] بالعين المجردة (تشخيص أولي).

[ ] التحليل المخبري.

* الأدوات المستعملة:

أدوات القياس (المتر، الديكامتر)، عدسة مكبر، القدم القناوية، آلة تصوير رقمية، المخطط المعماري للمتحف، المخطط المعماري لعينة الدراسة.

تعريف العينة.

* نوع الخشب:..................................

* المقاسات:

الطول:600 سم. العرض:30.8 سم.

الارتفاع:48 سم. السمك:/ سم.

*** وصف العينة:**

أخذت العينة الخامسة من رافدة التسقيف الخامسة، يظهر التشخيص الأولي تقطع البنية الخشبية على شكل مكعبات وظهور تشققات، مع تواجد بعض ثقوب وأروقة الحشرات.

نوع التلف البيولوجي.

[x] **الحشرات:**

نوعها:.......(من خلال الدراسة المخبرية).......... وصفها:...

*** دلائل تواجدها:**

[x] الثقوب [x] النشارة [ ] البراز [ ] الصوت

ملاحظة: كثرة أروقة الحشرات مما يدل على كثافة تواجد الحشرات و يرقاتها.

[x] **الفطريات:**

نوعها: ....(من خلال الدراسة المخبرية).......... وصفها:...

*** دلائل تواجدها:**

[x] تلون الخشب [ ] بقايا الفطر [ ] تعفن [x] تفتت الخشب [x] تشقق وتصدع الخشب.

ملاحظة: ....

[ ] **كائنات مجهرية مرافقة:**

نوعها/وصفها:.................. ....(من خلال الدراسة المخبرية)...................................

ملاحظة: إن وجدت لا يمكن التعرف عليها إلا من خلال الدراسة المخبرية البيولوجية.



الصورة رقم (30): العينة رقم 5

البطاقة التقنية الخاصة

بالعينة رقم:06

- رقم البطاقة:06
- التاريخ:2007/03/06.
- صاحب المشروع: (مؤسسة/ شخص/ فرقة...)
الطالب: أعمر ربعين

تشخيص عوامل التاف.

* طريقة التشخيص:

[X] بالعين المجردة (تشخيص أولي).

[ ] التحليل المخبري.

* الأدوات المستعملة:

أدوات القياس (المتر، الديكامتر)، عدسة مكبر، القدم القناوية، آلة تصوير رقمية، المخطط المعماري للمتحف، المخطط المعماري لعينة الدراسة.

تعريف العينة.

* نوع الخشب:.................................

* المقاسات:

الطول:600 سم. العرض:30.8 سم.

الارتفاع:48 سم. السمك:/ سم.

*** وصف العينة:**

أخذت العينة السادسة من رافدة التسقيف السادسة، يظهر التشخيص الأولي تقطع البنية الخشبية على شكل مكعبات وظهور تشققات، وتلون سطحه باللون البني القاتم وتفتت البنية الخشبية.

نوع التاف البيولوجي.

[ ] **الحشرات:**

نوعها:.......(من خلال الدراسة المخبرية).......... وصفها:...

*** دلائل تواجدها:**

[ ] الثقوب [ ] النشارة [ ] البراز [ ] الصوت

ملاحظة: كثرة أروقة الحشرات مما يدل على كثافة تواجد الحشرات و يرقاتها.

[X] **الفطريات:**

نوعها: ....(من خلال الدراسة المخبرية).......... وصفها:...

*** دلائل تواجدها:**

[X] تلون الخشب [ ] بقايا الفطر [ ] تعفن [X] تفتت الخشب [X] تشقق وتصدع الخشب.

ملاحظة: ....

[ ] **كائنات مجهرية مرافقة:**

نوعها/وصفها:.................. ....(من خلال الدراسة المخبرية)..

ملاحظة: إن وجدت لا يمكن التعرف عليها إلا من خلال الدراسة المخبرية البيولوجية.



الصورة رقم (31): العينة رقم 6

البطاقة التقنية الخاصة

بالعينة رقم:07

- رقم البطاقة:07
- التاريخ:2007/03/18.
- صاحب المشروع: (مؤسسة/ شخص/ فرقة...)
الطالب: أعمر ربعين

تشخيص عوامل التلف.

* طريقة التشخيص:

[x] بالعين المجردة (تشخيص أولي).

[ ] التحليل المخبري.

* الأدوات المستعملة:

أدوات القياس (المتر، الديكامتر)، عدسة مكبر، القدم القناوية، آلة تصوير رقمية، المخطط المعماري للمتحف، المخطط المعماري لعينة الدراسة.

تعريف العينة.

* نوع الخشب:...................................

* المقاسات:

الطول:600 سم. العرض:30.8 سم.

الارتفاع:48 سم. السمك:/ سم.

*** وصف العينة:**

أحذت العينة السابعة من رافدة التسقيف السادسة، يظهر التشخيص الأولي تقطع البنية الخشبية على شكل مكعبات وظهور تشققات، وتلون سطح الخشب باللون الأسمر القاتم، وتفتت البنية الخشبية

نوع التلف البيولوجي.

[ ] **الحشرات:**

نوعها:.......(من خلال الدراسة المخبرية).......... وصفها:...

*** دلائل تواجدها:**

[ ] الثقوب [ ] النشارة [ ] البراز [ ] الصوت

ملاحظة: كثرة أروقة الحشرات مما يدل على كثافة تواجد الحشرات و يرقاتها.

[x] **الفطريات:**

نوعها: ....(من خلال الدراسة المخبرية).......... وصفها:...

*** دلائل تواجدها:**

[x] تلون الخشب [ ] بقايا الفطر [ ] تعفن [x] تفتت الخشب [x] تشقق وتصدع الخشب.

ملاحظة: ....

[ ] **كائنات مجهرية مرافقة:**

نوعها/وصفها:................. ....(من خلال الدراسة المخبرية)...

ملاحظة: إن وجدت لا يمكن التعرف عليها إلا من خلال الدراسة المخبرية البيولوجية.



الصورة رقم (32): العينة رقم 7

البطاقة التقنية الخاصة
بالعينة رقم:08

- رقم البطاقة:08
- التاريخ:2007/03/18.
- صاحب المشروع: (مؤسسة/ شخص/ فرقة...)
الطالب: أعمر ربعين

تشخيص عوامل التاف.

* طريقة التشخيص:
[X] بالعين المجردة (تشخيص أولي).
[ ] التحليل المخبري.
* الأدوات المستعملة:
أدوات القياس (المتر، الديكامتر)، عدسة مكبر، القدم القناوية، آلة تصوير رقمية، المخطط المعماري للمتحف، المخطط المعماري لعينة الدراسة.

تعريف العينة.

* نوع الخشب:.................................
* المقاسات:
الطول:600 سم. العرض:30.8 سم.
الارتفاع:48 سم. السمك:/ سم.

*** وصف العينة:**
أخذت العينة الثامنة من الدعامة الموجودة في الجدار متوازية معه، من خلال هذه العينة فان الدعامة في حالة جد متدهورة ومتلفة تماما، وهذا بفعل تعرضها للرطوبة وبعض أنواع الفطريات.

نوع التاف البيولوجي.

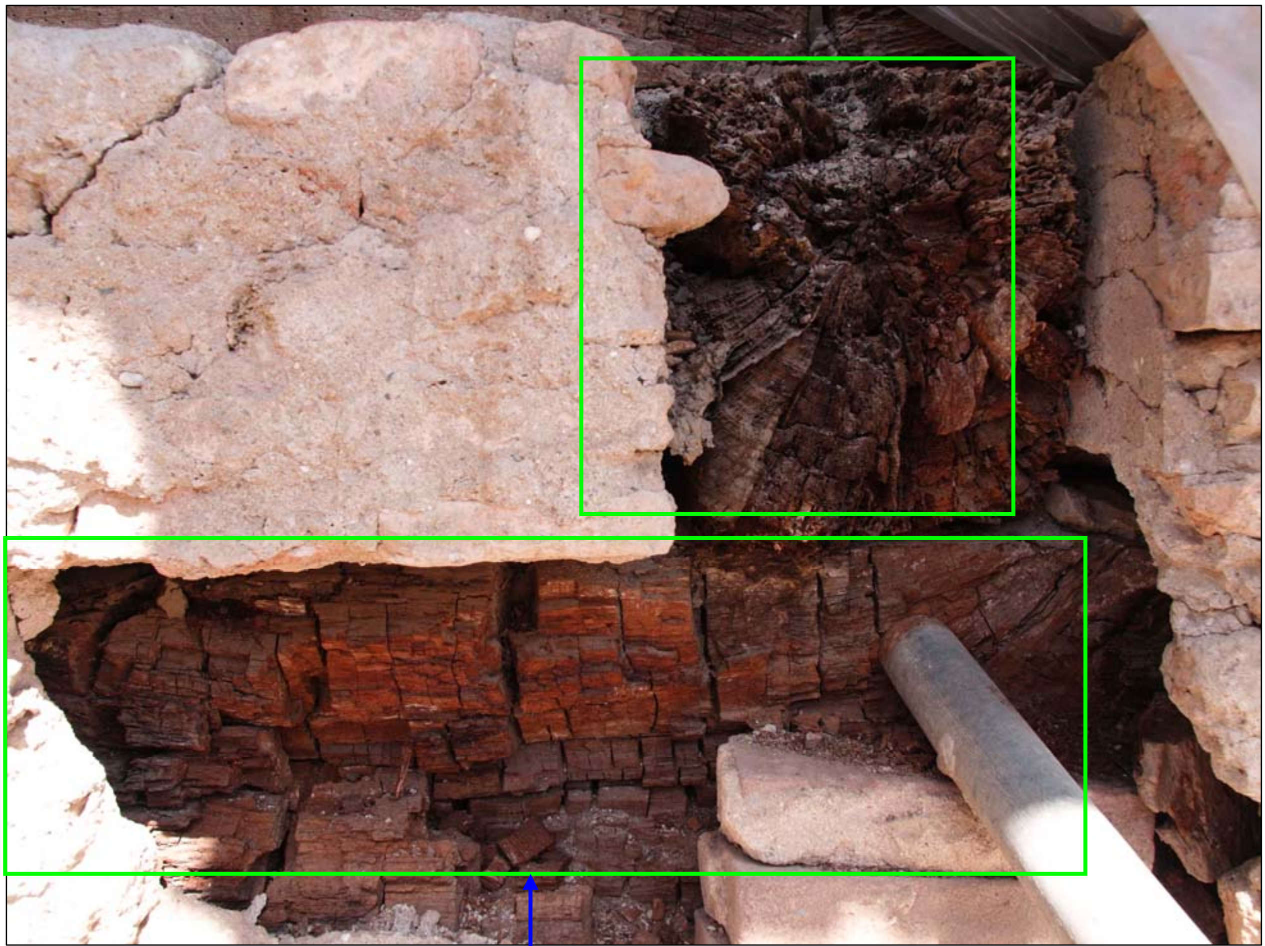
[X] **الحشرات:**
نوعها:.......(من خلال الدراسة المخبرية)......... وصفها:...

*** دلائل تواجدها:**
[X] الثقوب [ ] النشارة [X] البراز [ ] الصوت
ملاحظة: كثرة أروقة الحشرات مما يدل على كثافة تواجد الحشرات و يرقاتها.

[X] **الفطريات:**
نوعها: ....(من خلال الدراسة المخبرية)......... وصفها:..

*** دلائل تواجدها:**
[X] تلون الخشب [ ] بقايا الفطر [ ] تعفن [X] تفتت الخشب [X] تشقق وتصدع الخشب.
ملاحظة: ....

[ ] **كائنات مجهرية مرافقة:**
نوعها/وصفها:................ ......(من خلال الدراسة المخبرية)...
ملاحظة: إن وجدت لا يمكن التعرف عليها إلا من خلال الدراسة المخبرية البيولوجية.



الدعامة الموجودة بداخل الجدار والتي ترتكز عليها روافد التسقيف

الصورة رقم (33): العينة رقم 8

البطاقة التقنية الخاصة

بالعينة رقم:09

- رقم البطاقة:09
- التاريخ:2007/03/18.
- صاحب المشروع: (مؤسسة/ شخص/ فرقة...)

الطالب: أعمر ربعين

تشخيص عوامل التلف.

* طريقة التشخيص:

[X] بالعين المجردة (تشخيص أولي).

[ ] التحليل المخبري.

* الأدوات المستعملة:

أدوات القياس (المتر، الديكامتر)، عدسة مكبر، القدم القناوية، آلة تصوير رقمية، المخطط المعماري للمتحف، المخطط المعماري لعينة الدراسة.

تعريف العينة.

* نوع الخشب:.................................

* المقاسات:

الطول:600 سم. العرض:30.8 سم.

الارتفاع:48 سم. السمك:/ سم.

*** وصف العينة:**

أخذت العينة التاسعة من رافدة التسقيف السابعة، من خلال التشخيص الأولي فان هذه الرافدة لا زالت بحالة جيدة نوعا ما ولم يلاحظ إلا بعض ثقوب و أروقة الحشرات و التي تبدو قليلة إذا ما قورنت بحالة العينات السابقة.

نوع التلف البيولوجي.

[X] **الحشرات:**

نوعها:.......(من خلال الدراسة المخبرية)......... وصفها:...

*** دلائل تواجدها:**

[X] الثقوب [ ] النشارة [ ] البراز [ ] الصوت

ملاحظة: كثرة أروقة الحشرات مما يدل على كثافة تواجد الحشرات و يرقاتها.

[ ] **الفطريات:**

نوعها: ....(من خلال الدراسة المخبرية)......... وصفها:...

*** دلائل تواجدها:**

[ ] تلون الخشب [ ] بقايا الفطر [ ] تعفن [ ] تفتت الخشب [ ] تشقق وتصدع الخشب.

ملاحظة: ....

[ ] **كائنات مجهرية مرافقة:**

نوعها/وصفها:................ ....(من خلال الدراسة المخبرية)...

ملاحظة: إن وجدت لا يمكن التعرف عليها إلا من خلال الدراسة المخبرية البيولوجية.



الصورة رقم (34): العينة رقم 9

البطاقة التقنية الخاصة

بالعينة رقم:10

- رقم البطاقة:10
- التاريخ:2007/03/18.
- صاحب المشروع: (مؤسسة/ شخص/ فرقة...)

الطالب: أعمر ربعين

تشخيص عوامل التلف.

* طريقة التشخيص:

[X] بالعين المجردة (تشخيص أولي).

[ ] التحليل المخبري.

* الأدوات المستعملة:

أدوات القياس (المتر، الديكامتر)، عدسة مكبر، القدم القناوية، آلة تصوير رقمية، المخطط المعماري للمتحف، المخطط المعماري لعينة الدراسة.

تعريف العينة.

* نوع الخشب:.................................

* المقاسات:

الطول:600 سم. العرض:30.8 سم.

الارتفاع:48 سم. السمك:/ سم.

*** وصف العينة:**

أخذت العينة العاشرة من رافدة التسقيف و من خلال التشخيص الأولي فان هذه الرافدة تعرضت بنيتها لتدخل الحشرات ما نتج عنها تلف جزء منها وتشوه سطحها.

نوع التلف البيولوجي.

[X] **الحشرات:**

نوعها:.......(من خلال الدراسة المخبرية).......... وصفها:...

*** دلائل تواجدها:**

[X] الثقوب [X] النشارة [ ] البراز [ ] الصوت

ملاحظة: كثرة أروقة الحشرات مما يدل على كثافة تواجد الحشرات و يرقاتها.

[ ] **الفطريات:**

نوعها: ....(من خلال الدراسة المخبرية).......... وصفها:...

*** دلائل تواجدها:**

[ ] تلون الخشب [ ] بقايا الفطر [ ] تعفن [ ] تفتت الخشب [ ] تشقق وتصدع الخشب.

ملاحظة: ....

[ ] **كائنات مجهرية مرافقة:**

نوعها/وصفها:................ ....(من خلال الدراسة المخبرية)...

ملاحظة: إن وجدت لا يمكن التعرف عليها إلا من خلال الدراسة المخبرية البيولوجية.



تأثير تدخل الحشرات على الرافدة الخشبية

الصورة رقم (35): العينة رقم 10

البطاقة التقنية الخاصة

بالعينة رقم:11

- رقم البطاقة: 11
- التاريخ:2007/03/18.
- صاحب المشروع: (مؤسسة/ شخص/ فرقة...)

الطالب: أعمر ربعين

تشخيص عوامل التلف.

* طريقة التشخيص:

[x] بالعين المجردة (تشخيص أولي).

[ ] التحليل المخبري.

* الأدوات المستعملة:

أدوات القياس (المتر، الديكامتر)، عدسة مكبر، القدم الفناوية، آلة تصوير رقمية، المخطط المعماري للمتحف، المخطط المعماري لعينة الدراسة.

تعريف العينة.

* نوع الخشب:..................................

* المقاسات:

الطول:600 سم. العرض:30.8 سم.

الارتفاع:48 سم. السمك:/ سم.

*** وصف العينة:**

أخذت العينة الحادية عشرة من رافدة التسقيف ومن خلالها فان الدعامة في حالة جد متدهورة و متلفة تماما، وهذا بفعل تعرضها للرطوبة وبعض أنواع الحشرات.

نوع التلف البيولوجي.

[x] **الحشرات:**

نوعها:.......(من خلال الدراسة المخبرية).......... وصفها:...

*** دلائل تواجدها:**

[x] الثقوب [x] النشارة [x] البراز [ ] الصوت

ملاحظة: كثرة أروقة الحشرات مما يدل على كثافة تواجد الحشرات و يرقاتها.

[x] **الفطريات:**

نوعها: ....(من خلال الدراسة المخبرية).......... وصفها:...

*** دلائل تواجدها:**

[x] تلون الخشب [ ] بقايا الفطر [ ] تعفن [x] تفتت الخشب [x] تشقق وتصدع الخشب.

ملاحظة: ....

[ ] **كائنات مجهرية مرافقة:**

نوعها/وصفها:.................. ......(من خلال الدراسة المخبرية)...

ملاحظة: إن وجدت لا يمكن التعرف عليها إلا من خلال الدراسة المخبرية البيولوجية.



الصورة رقم (36): العينة رقم 11

البطاقة التقنية الخاصة
بالعينة رقم:12

- رقم البطاقة: 12
- التاريخ:2007/03/18.
- صاحب المشروع: (مؤسسة/ شخص/ فرقة...)
الطالب: أعمر ربعين

تشخيص عوامل التاف.

* طريقة التشخيص:

[x] بالعين المجردة (تشخيص أولي).

[ ] التحليل المخبري.

* الأدوات المستعملة:

أدوات القياس (المتر، الديكامتر)، عدسة مكبر، القدم القناوية، آلة تصوير رقمية، المخطط المعماري للمتحف، المخطط المعماري لعينة الدراسة.

تعريف العينة.

* نوع الخشب:..................................
* المقاسات:

الطول:600 سم. العرض:30.8 سم.

الارتفاع:48 سم. السمك:/ سم.

*** وصف العينة:**

أحذت العينة الثانية عشر من رافدة التسقيف المستندة على الجدار الحامل للتسقيف ومن خلال تشخيص هذه العينة فان الدعامة في حالة جد متدهورة ومتلفة تماما ويظهر من خلال تفتت مكعبي بفعل تدخل الفطريات وظاهرة الرطوبة.

نوع التاف البيولوجي.

[ ] **الحشرات:**

نوعها:.......(من خلال الدراسة المخبرية).......... وصفها:..

*** دلائل تواجدها:**

[ ] الثقوب [ ] النشارة [ ] البراز [ ] الصوت

ملاحظة: كثرة أروقة الحشرات مما يدل على كثافة تواجد الحشرات و يرقاتها.

[x] **الفطريات:**

نوعها: ....(من خلال الدراسة المخبرية).......... وصفها:..

*** دلائل تواجدها:**

[x] تلون الخشب [ ] بقايا الفطر [ ] تعفن [x] تفتت الخشب [x] تشقق وتصدع الخشب.

ملاحظة: ....

[ ] **كائنات مجهرية مرافقة:**

نوعها/وصفها:.................. ......(من خلال الدراسة المخبرية)...

ملاحظة: إن وجدت لا يمكن التعرف عليها إلا من خلال الدراسة المخبرية البيولوجية.



الصورة رقم (37): العينة رقم 12

3.3.VI: نتيجة التشخيص:

***** يمثل التسقيف جزءا هاما من حيث الدور الذي يلعبه في حماية طوابق القصر ومختلف أجزاءه من عوامل التلف الفيزيائية، و الميكانيكية، و البيولوجية، لذا فهو جدير بأن نليه نوع من الدراسة من أجل تشخيص حالة حفظه، والتدخل عليه صيانة وترميم لمختلف أجزاءه، وأحد أهم أجزاءه المكونة له نجد في مقدمتها مادة الخشب (الشكل رقم25،24**)**.

* يمكن الحكم على العينة الخشبية المدروسة أن حالة حفظها تتراوح بين المتدهورة والمتوسطة، وهي تحتاج إلى تدخل سريع حتى يتم إنقاذ الأجزاء المتبقية منها و الحد من انتشار مختلف العوامل البيولوجية التي مست بنية العينة.

* لا يمكن التعرف على عوامل التلف البيولوجية التي مست عينة الدراسة وتفاعلها مع الخصائص العامة للمادة الخشبية وكذا العوامل الفيزيائية الأخرى إلا من خلال الدراسة المخبرية الدقيقة وهذا ما لم نستطيع تحقيقه.

*بعض الدعامات الخشبية المستعملة في التسقيف قد انهارت بنيتها الفيزيائية وفقدت كل خصائصها الميكانيكية.

تعرضت عينة الدراسة إلى نوعين من عوامل التلف و المتمثلين أساسا في:

1.3.3.VI: الحشرات:

تنمو وتتطور الحشرات في جو خاص يتلاءم مع مميزاتها الفيزيولوجية و واحتياجاتها الغذائية، حيث نجدها –على العموم و على اختلاف أنواعها- تتأقلم مع درجة حرارة ما بين 10°م كحد أدنى و38°م كحد أعلى، ونسبة رطوبة ما بين 20% إلى 80% كنسبة قصوى، وهذه الشروط نجدها متوفرة في محيط المتحف (Micro climat) بشكل يتلاءم مع شروط تواجد الحشرات، حيث أن معدلات درجة الحرارة الدنيا لا تتعدى 17°م ولا تتجاوز 38°م، ونسبة الطوبة تتراوح ما بين 58% و80% (أنظر الأعمدة البيانية في الفصل الرابع)، كما أن الخصائص الفيزيولوجية للحشرات (جهاز الهضم، التعشيش، التبيض...) يتطلب توفر مواد غذائية هامة* كل نوع من أنواع الحشرات من أهمها البوليسكاروز ممثلا أساسا في السيليلوز و الهيميسليلوز إضافة إلى مادة اللجنيين وكذا

*كل نوع من أنواع الحشرات يتطلب مواد غذائية خاصة تتوفر معظمها داخل البنية الخشبية.

بعض أنواع الفيتامينات مثل الفيتامين "ب" المذابة في الماء، وعنصر التيامين "ب1، ب2"، وكذا بعض الأحماض كحمض الفوليك و الحمض الأميني و الحمض اللينيليكي، و عنصر الكولسترول، وعليه فان هذه العناصر نجدها متوفرة في بنية كل الأنواع الخشبية، ولكن بنسب متفاوتة، هذا ما يفسر تواجد بعض أنواع الحشرات في بنية عينة الدراسة و التي تتدخل على عليها لسببين رئيسيين هما:

- التغذية:

تتجه الحشرات إلى البنية الخشبية بحثا عن عناصر التغذية السالفة الذكر (راجع الفصل الثاني) مستعملة في ذلك جهاز الهضم محدثة بذلك ثقوب و أروقة متفاوتة الأحجام ومختلفة الأشكال (الصورة رقم38) هذا ما نجده ظاهرا على بنية العينة الخشبية المدروسة، حيث يبلغ معدل الثقوب في السنتمتر الواحد ما بين 3 إلى 5 ثقوب بعمق يزيد عن 5 سم (الصورة رقم 47)

- التعشيش و التكاثر:

تفضل بعض أنواع الحشرات المادة الخشبية كوسط مماثل للتعشيش ووضع بيضها، ولهذا الغرض فهي تستعمل جهازها الهاضم لإنشاء أروقتها وأعشاشها التي تمكث بها في الغالب طول مدة أطوارها الثلاثة الأساسية للتطور، هذا ما يفسر ظهور تلك الأروقة و الثقوب في بنية عينة الدراسة إضافة إلى أنه هناك بعض الأنواع الحشرية تعشش خارج الهيكل الخشبي في الجدران و الأرضيات و لا تلجأ للمادة الخشبية إلا لتلبية احتياجاتها الغذائية فقط.

2: الفطريات:

تعتبر الفطريات وما يرافقها من كائنات تعايشية أخرى أحد العوامل البيولوجية الأساسية التي تتدخل على مادة الخشب الأثري فتضعف بنيتها و تقلل من قيمتها المعمارية و الأثرية، وعينة الدراسة لا تخلو من تأثير هذه العوامل، ذلك أن معظم يتناسب تواجدها مع نسبة رطوبة تتراوح مات بين 25% و120% وهذه النسب هي نفسها النسب المميزة للمحيط الداخلي للمتحف، اظافة إلى عنصر الحرارة التي تلعب دور جد هام في ظهور بعض أنواع الفطريات الهدامة للمادة الخشبية فتواجدها يتلاءم مع درجة حرارة لا تقل عن 13°م ولا تزيد عن 35°م، ومن خلال الدراسة المناخية التي قمنا بها يلاحظ أن معدل درجات الحرارة للمحيط الداخلي للمتحف تتشابه مع متطلبات نمو الفطريات لهذا العنصر، ومن خلال التشخيص العيني لعينة الدراسة فان المعطيات الأولية تدل على أن البنية الخشبية تأثرت بتدخل بعض أنواع الفطريات التي لا يمكن تحديد نوعها إلا من خلال الدراسة المخبرية، ويدل على هذا التأثر تغير لون الخشب وتفتته إلى مكعبات صغيرة (الصورة رقم 46،47) وهذا يعني أن المكونات الأساسية للبنية الخشبية قد استهلكت من طرف الفطريات فاللون الأسمر الظاهر على سطح الدعامات الخشبية إن دل إنما يدل على أن البنية الخشبية فقدت عنصري السيليلوز و الهيميسليلوز المكونين للجدار الخلوي للألياف هذا ما يؤثر على الأداء الميكانيكي للدعامات الخشبية .

تتفاعل تدخلات عاملي التلف البيولوجي مع مختلف العوامل الفيزيائية الأخرى ممثلة أساسا في الرطوبة و الحرارة، والضوء،و التلوث، و الأملاح الناتجة عن التيارات الهوائية البحرية، وكذا عنصر الماء الذي مصدره الأمطار التي تتسرب إلى الدعامات الخشبية بسبب تلف التسقيف وكذا انتقاله من خلال الناقلية الشعرية للجدران الحاملة للدعامات الخشبية ذلك أن هذه الجدران نجدها قد فقدت طبقة التلبيس وكذا معظم المربعات الخزفية التي كانت تكسوا سطحها (الشكل رقم:48).

بناءا على ما سبق يمكن استنتاج أن عينة الدراسة في حالة جد متقدمة من التلف أدى بها إلى فقدان الخصائص الميكانيكية وبالتالي إضعاف دورها المعماري وأداءها الميكانيكي و

الفيزيائي في التسقيف، أي أنها تحتاج إلى تدخل أني وفعال، و من أجل ذلك تم اقتراح ما يلي:

4.3.VI: التوصيات و التدخلات المقترحة:

* يقع قصر خداوج العمياء في الواجهة البحرية، أي أنه عرضة للتيارات الهوائية المحملة بالرطوبة، ومن خلال دراسة عاملي الرطوبة و الحرارة داخل القصر تبين أن هذين العاملين مضطربي التغيرات ويحتجان إلى نوع من الدراسة المناخية حتى يتم التحكم في تغيراتهما، و بالتالي تنجح عملية تعديلهما حسب المقاييس التي تتلاءم مع محيط المتحف ومكوناته المعمارية و المجموعات المتحفية وتجنب تواجد وتطور عوامل التلف البيولوجية.

* تلعب عينة الدراسة دورا جد مهم في حماية المتحف حيث أنها مستعملة في التسقيف الذي يحمي أجزاء القصر الأخرى من عوامل التلف الفيزيائية.، وكذا دور معماري من خلال تماسك جدران المتحف، هذا ما يستدعي تدخل آني و فعال.

* كل العينة الخشبية المدروسة على شكل هياكل خشبية من الحجم الكبير، أي أنها تتطلب دراسة معمارية حيث يتسنى تحديد حجمها ووزنها من أجل إيجاد طريقة مثلى لنقلها عند الضرورة.

* ترتكز الهياكل الخشبية على جدران حاملة (Des murs porteurs)، وهذه الأخيرة في حالة متقدمة من التدهور، لذا فيجب أن تولى بالصيانة، موازاة مع معالجة الهياكل الخشبية.

* من خلال التشخيص الميداني، لوحظ أنه يتواجد في محيط المتحف أنواع من الحشرات و الفطريات التي انتقلت إلى العيش و التعشيش في بنية عينة الدراسة الخشبية، و التي أثرت عليها و أدت بها إلى نوع من التدهور و التلف، عندئذ فان هذه الحالة تحتم علينا أن نولي هذين العاملين أهمية قصوى في الدراسة المخبرية وتحديد أنواعها وحجم الأخطار الناتجة عنها، حتى يتم وصف طرق ومناهج المعالجة الناجعين.

* تتفاعل عوامل التلف البيولوجية و تدخلاتها مع بنية المادة الخشبية ومكوناتها، هذا ما يستوجب:

- تحديد أنواع و مصدر المادة الخشبية.

- دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية و الميكانيكية للمادة الخشبية المستعملة في تسقيف القصر وفي مختلف أجزاءه، من اجل التعرف على أهميته المعمارية في تماسك التسقيف.

بعد التشخيص الدقيق لعوامل التلف البيولوجية من حيث تحديد أنواعها وتقيم الخطر الناتج عنها ينصح بالتدخلات التالية:

1: تعقيم محيط القصر الداخلي و الخارجي باستعمال مبيدات الحشرات و الفطريات العضوية، مثل سيانور الهيدروجين، أو برومور المثيل، كبريت الكربون عن خلال منهجية التدخين (Fumigation).

2: تعقيم أرضية القصر بمبيدات الحشرات و الفطريات عن طريق عملية السبر(Forage) والتسريب(Infiltration) .

3: معالجة الجدران من خلال حقنها بمبيدات الحشرات و الفطريات المذابة.

4: ترميم و صيانة جدران التسقيف التي تحمل الدعامات الخشبية بعد تعقيمها.

5: تعقيم الدعامات الخشبية بمبيدات الحشرات و الفطريات عن طريق عملية التدخين و التشريب (Imprégnation) (راجع الفصل الثالث).

6: تثبيت الدعامات الخشبية: وهي مرحلة تأتي بعد عملية تعقيم و إزالة كل عوامل التلف البيولوجية بصفة جذرية حتى يتم إلغاء كل عيوب المقاومة الميكانيكية، ويستعمل في هذه المرحلة بعض أنواع المثبتات و المقويات الميكانيكية أو الكيميائية، وتأتي هذه العملية بعد تنظيف الدعامات الخشبية من العناصر المترسبة و الملتصقة على سطحها(الغبار، الورنيش، نشارة وبقايا الحشرات، هيفة الفطريات، طبقة الملاط، الطلاء...)، باستعمال الكحول الايثيلي (Alcools Ethyliques) و الكحول الميثيلي (Alcools Méthyliques) مع مراعاة عملية تفاعل عناصر المبيدات مع هذه الكحولات لأن هذه الأخيرة قادرة على إذابة وتحليل العناصر المتعددة الكروم(Polychromes) و التي تحتاج إلى تثبيت، وبعد التنظيف نثبت الهياكل الخشبية عن طريق الغمر أو التشريب باستعمال خليط شمع النحل و 50% من الراتنج، أو استعمال نوع من أنواع الراتنج التالية: الراتنج المكثف (Résine polymère)، و الراتنج المنحل القابل للانصهار(Résine thermoplastique)، و الراتنج غير القابل للانصهار (Résine thermodurcissable)، ويتم اختيار نوع الراتنج على

حسب حجمه الجزئي و تفاعله مع العناصر الأخرى كالكحول، و الخلون (Acétone)، والمركبات العطرية أو الكلور.

كما أنه يمكن استعمال في عملية التثبيت و التقوية الميكانيكية بعض المواد الأخرى مثل: كوبوليمار أكريليك* (Copolymère acrylique) و المكثفات الفينيلية (Polymère** vinylique) .

7: التقوية الميكانيكية: في هذه المرحلة يتم سد ثقوب و شقوق وتصدعات الدعامات الخشبية باستعمال الصفائح الخشبية و المعدنية وكذا بعض أنواع اللاصق مثل الراتنج المتعدد الإستر(Résine polyster époxy) ويستعمل هذا الراتنج في صنع العجينة الخشبية عند مزجه مع النشارة الخشبية ويسمى كذلك ساد المسامات (Bouche-pores) أو الاسمنت الخشبي(Ciment de bois) ، إضافة إلى بعض اللواصق الجيرية مثل كلور الخلات (Chloro-acétate)، وكليسيروفتالين(Glycérophtalique)، و ايريفورمالديئيد (Urée formaldehyde)

8: بعد تعقيم وتثبيت وتدعيم الدعامات الخشبية المتضررة بصورة بليغة لا يمكن الاعتماد عليها في تقوية التسقيف لذا يجب تدعيمها بإضافة دعامات أخرى وتركها في مكانها كشاهد أثري وتاريخي دون إزالتها، مع مراعاة عامل الوزن للدعامات المضافة وتناسقه مع الجدران الحاملة.

يمكن لتطبيق جملة هذه الاقتراحات و التدخلات أن يحد من تدخل عوامل التلف البيولوجية على عينة الدراسة وإنقاذها من شتى أنواع التلف الأخرى و تثبيتها وتدعيمها لكيي يستمر أدائها الميكانيكي والمعماري للتسقيف وللقصر بصفة عامة.

---

* وهي عبارة عن عائلة كبيرة يستعمل منها في مجال تثبيت الخشب الأثري بعض مشتقاتها مثل البرالويد "ب72" والأرالديت وهي مواد راتنجية ارجاعية تذوب بسهولة في محلول الخلون.

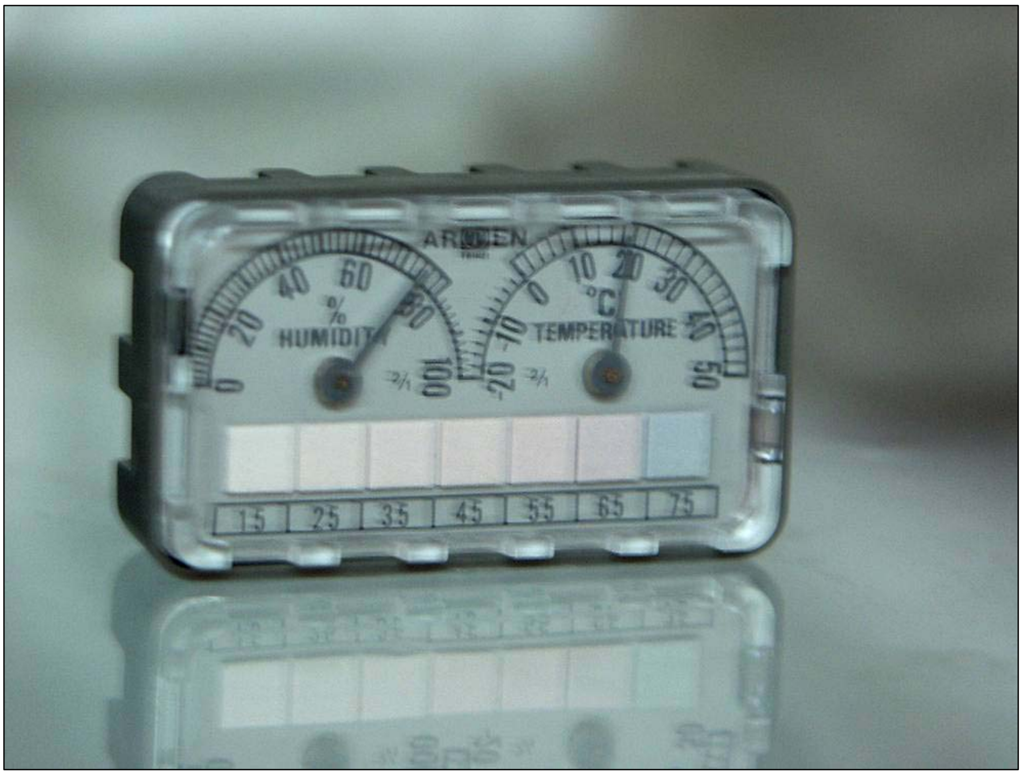
** يستعمل من بين مشتقات هذه العائلة الخلات المتعددة الفينيليات، و موليت "3573" (Mowilith 3573)



الصورة رقم(38):جهاز قياس الرطوبة و الحرارة المحمول.
(Thermohygrométre portable)



الصورة رقم(39):جهاز قياس الرطوبة و الحرارة.
(Thermohygrométre à bande)



الصورة رقم(40): جهاز قياس الرطوبة و الحرارة الخاص بالخزانات.

(Thermohygrométre de vitrine)



الصورة رقم(41): جهاز قياس شدة الضوء.

(Luxmètre)



الصورة رقم(42): جهاز تعديل نسبة الرطوبة.
(Déshumidificateur)



الصورة رقم(43): جهاز تعديل نسبة الرطوبة.
(Déshumidificateur)



الصورة رقم (44): تسقيف القصر والدعامات الخشبية المستعملة (عينة الدراسة).



الصورة رقم (45): الثقوب والأروقة الناتجة عن تدخل الحشرات.



الشكل رقم (46): مظهر من مظاهر تدخل الفطريات على عينة الدراسة.



الشكل رقم (47): مظهر من مظاهر تفتت وانهيار البنية الخشبية
بسبب تدخل الفطريات على عينة الدراسة.



الصورة رقم (48): فقدان الجدار الحامل للتلبيس و المربعات الخزفية.

المخطط المعماري

خاتمة:

تتفاعل مختلف عوامل التلف البيولوجية وما يرافقها من كائنات تعايشية أخرى مع الخصائص الفيزيوكيميائية و الميكانيكية للمادة الخشبية منتجة بذلك ظواهر ايكولوجية حيوية معقدة و حتمية الحدوث، لأنها نتيجة لتفاعل مادتين أو مكونات مادتين فيما بينها طبيعيا عند توفر الشروط الملائمة للتفاعل و التطور، لكن يصطلح على هذه العملية (تفاعل المادة الأثرية مع العوامل البيولوجية) في ميدان علم الآثار مصطلح التلف البيولوجي، لأن في هذا الميدان يكون الاهتمام بالمادة الأثرية في حد ذاتها باعتبارها مصدر للمعلومة التاريخية و الحضارية، والعوامل التي يمكن أن تتفاعل معها تعتبر خطر يهدد حالة حفظها، حيث يعامل على أنه عامل غريب عنها و عن محيطها، هذا ما يحتم حفظها من تدخله عليها، وصيانتها وترميمها إذا ما تأثرت المادة الأثرية بأحد أو بعض هذه العوامل التي تنتج خطر على بنيتها، والمادة الخشبية الأثرية مثال حي عن هذه الظاهرة عندما تتفاعل و تتأثر بالعوامل البيولوجية (الفطريات و الحشرات) أي أنها تتطلب دراسة تحليلية مخبرية دقيقة من أجل فهم أجزاء تفاعلاتها، ويكون هذا التأثر إما على المستوى الفيزيائي كهضم الحشرات لسطح الخشب بإحداث ثقوب و أروقة، أو تقطع وتفتت وتلون البنية الخشبية بسبب تدخل نوع من الفطريات، وإما على المستوى الكيميائي كتحلل مادة السيليلوز و الهيمسيليلوز أو اللجنيين بفعل إنزيمات الحشرات المحللة أو بفعل تأثير مشيجة الفطر عليها.

تظهر أثار التلف البيولوجي على البنية الخشبية من خلال تأثر الخصائص الفيزيائية و الميكانيكية و المكونات الكيميائية، و لا يمكن إسناد أو تسمية التلف بحسب نتيجته أو مظهره، بل على حسب العوامل المتسببة في ذلك لذا يسمى بالتلف البيولوجي.

وعليه فان ظاهرة تدهور و انحلال البنية الخشبية ناتجة عن تغير جذري أو جزئي على مستوى الخصائص الفيزيائية و المكونات الكيميائية و بالتالي نقص في مستوى الأداء الميكانيكي و من ثم يتدنى الدور المعماري و الفني للمادة الخشبية، لذا تتدخل عوامل التلف البيولوجية على البنية الخشبية فيزيائيا من خلال إحداث الثقوب و الأروقة، والتشققات وتلوين البنية الخشبية للوصول إلى المكونات الكيميائية الأساسية فتستهلكها،

وبعدها تظهر نتيجة هذه التدخلات على مستوى الأداء الميكانيكي للأخشاب وعندها تصبح غير قادرة على أداء دورها وغير قابلة للاستعمال، وتستدعي عندها طرق و مناهج للوقاية من هذه العوامل وصيانتها و المحافظة عليها.

تتمثل عوامل التاف البيولوجية ممثلة أساسا في الفطريات و الحشرات، ومن خلال هذه الدراسة يمكن حصر أنواع الحشرات التي تتدخل على المادة الخشبية بشكل أو بأخر في أربع عائلات أساسية وكل عائلة تحتوي على عدد معين من الأنواع وهي:

* عائلة مغمدات الأجنحة.
* عائلة غشائيات الأجنحة.
* عائلة حرشفيات الأجنحة.
* عائلة مزدوجة الأجنحة.

أما بالنسبة للفطريات فكل الأنواع التي تفضل المادة الخشبية كوسط للتطور و التعشيش تندرج ضمن عائلتين أساسيتين وهما:

* الفطريات الملطخة.
* الفطريات الهدامة.

كما يرافق أنواع هاتين العائلتين بعض الكائنات المجهرية التعايشية الأخرى كالإنزيمات والبكتيري، والعوالق التي تستدعي بدورها دراسة دقيقة لأنها تطرح أخطار لا تقل أهمية عن سابقتها.

إن تدخل عوامل التاف البيولوجية على المادة الخشبية الأثرية يطرح بعد تشخيصها و التعرف عليها وعلى تفاعلاتها مع المكونات و الخصائص الأساسية للمادة الخشبية الطرق والمناهج الملائمة لحماية وصيانة هذه الأخيرة.

تستدعي طرق ومناهج صيانة وترميم الخشب الأثري المتدهور بفعل عوامل التاف البيولوجية دراسة كل حالة على حدا انطلاقا من مكونات المادة الخشبية في حد ذاتها إلى خصائص كل نوع بيولوجي.

تعتبر عينة الدراسة احد الحالات الهامة التي تظهر من خلالها أهمية المادة الخشبية معماريا وفنيا ومعرفيا وكذا حجم الأخطار الناتجة عن تواجد الحشرات و الفطريات الخشبية، وتبرز أهمية عينة الدراسة في كونها أحد المكونات الأساسية التي تكون تسقيف

الطابق العلوي في قصر خداوج العمياء، إلا أن حالة حفظها في مجملها متدهورة وبلغت درجة الخطورة إلى عدم إمكانية ترميم و صيانة بعضها، وعليه فهي تتطلب دراسة مخبرية دقيقة وتدخل آني من أجل إنقاذ الأجزاء التي يمكن إنقاذها (هذا ما لم نتمكن من تحقيقه) و من ثم الزيادة في عمرها واستمرارية أداءها المعماري و الحضاري لأنها تمثل حقبة تاريخية مهمة جدا.

قائمة المصطلحات:

أ

الأبيسة (Epicéa)

مونومثيل إثير أثيلونوغليكول (Monomethyléther-ethleneglycol)

الكائنات المتكافلة (Organisme symbiotique)

الأحماض الأمينية (Aminoacide)

الأحماض اللينيليكية (Acide linoléique)

أداة للحقن (Pistolet d'injection)

الادمصاص (Adsorption)

الادمصاص الكيميائي (Adsorption chimique)

الأرز (Cédre)

الأرضة (Térmite)

أزميل هوائي (Burin pneumatique)

الآزول (Azole)

إستقامي (Linéaire)

استطرابي (Hygroscopique)

معالجة بالأشعة (Traitement aux rayons)

معالجة بالميكرواند (Traitement aux micro-ondes)

سيتيل بروميد (Acétylbromide)

الاسفندان (Erable)

الرابط الخشبي (Ciment de bois)

الأسيليد (Asilidae)

الأشعة النخاعية (Rayons médullaire)

الاعوجاج الأغمدة (Gouchissement)

أكسيد الايثيلين (Oxyde d'éthylène)

الأكنوميديا (Eucnemide)

آلة امتصاص الغبار (Asrerateur)

آلة توليد الضغط (Compresseur)

آلة حقن الجدران (Injecteur à maçonnerie)

الأملاح أحادية التكوين (Sels mono composant)

الموجات الالكترونية ذات التردد العالي (Ondes électroniques à haute fréquence)

الأمونيوم الرباعي (Ammoniun quternaire)

أنبوبي (Tubulaire)

الانتفاخ (Gonflement)

الإنزيمات المتكافلة (Enzyme ectosymbiote)

الانكماش (Retrait)

الأنوبيديا (Anobiidé)

الأنولين (Inuline)

الأوراق دائمة الاخضرار (Feuilles persistantes)

الأوراق المتجددة سنويا (Feuilles cadiques)

أوكتاديكاترينيك (Actadécatriennique)

الأوكسجين (Oxygéne)

فورمآلدهيد بولي (Urée formaldehyde)

الأيل الطائر (Lucanus cervus)

ب

بارمترين (Permethrine)

البتولا (Bouleau)

بدلة واقية (Compénison)

البلازما البدائية (Protoplasme)

برومور الميثيل (Bromure de méthyle)

البطريشيات (Bostrychides)

البقع الملونة (Tramète versicolore)

البلمرة (Polymérisation)

بلورية (Cristalline)

البلوط (Chêne)

البنية الصغيرة (Microstructure)

البنية الكبيرة (Macrostructure)

البور (Bore)

البوريا (Poria)

بوسكيس (Boscus)

بوصلة (Boussole)

البوليميرات (Plymères)

بوليتيلان (Pyéthylène)

البوليوز (Polyose)

كلوروفينات الصوديوم الخماسي (Pentachlorophénate de sodium)

كلوروفينول الخماسي(Pentachlorophyllien)

البونتوز (Pentose)

البنزول (Benzol)

البيتشيد (Pytchiedae)

البيكتين (Pectine)

بينخلوي (Intercellulaire)

البيوكريد (Pyrochroidae)

البيروترويد (Pyreroide)

البيروكسيداز(Peroxydase)

البيريمدين (Pyrimidine)

البيرين (Pyrine)

ت

تبادل الغذاء (Trophallaxie)

تحت وحدات (Sub-unités)

التخاصم (التنافر) (Antagonisme)

التدخين (Fumigation)

التربينات (Terpine)

التربينويدات (Terpinol)

التسريب (Infiltration)

التسكر الوحيد المكون (Homo-polysaccharide)

التشريب (Imprégnation)

التشكل (Mophologenèse)

التعايشية (Symbiotique)

تعفن (Pourriture)

التعفن (Moisissure)

التعفن الأسمر (Pourriture brune)

التعفن التكعيبي (Pourriture cubique)

التعفن اللازج (Pourriture molle)

التغذية الكهربائية الداخلية (Iner-caténaire)

التيامين (Thiamine)

ث

ثاقب الأذن (Pince forficule)

الثقب القذالي (Forment occipital)

ثاقبة كهربائية (Perceuse)

ثنائي الكلور-ثنائي الفينيل- ثلاثي الكلورير (-Dichliro-diphényle trichloréthane)

ثنائي الكلوروفان (Dichlorophane)

ج

جار الماء (Aune)

الجبلة الأولى (Protoplasme)

الجدار المتثألل (Couche verrue)

جدار مساعد (Mur souténement)

جدران حاملة (Murs porteurs)

الجزيئات القطبية (Molécules polaires)

الجص (Stuc)

الجلوكوز اللامائي (جاف) (Glucose anhydre)

جلوكوسيدي (Glucidique)

الجلوكوماتين (Glucomatine)

جهاز امتصاص الرطوبة (Déshumudificateur)

جهاز تعديل الرطوبة (humidificateur)

جهاز الهضم (Appareil digéstif)

جهاز قياس الحرارة (Thermométre)

جهاز قياس الحرارة والرطوبة (Thermohygrométre)

جهاز قياس الحرارة والرطوبة المحلول (Thermohygrométre portable)

جهاز قياس الحرارة والرطوبة الخاص بالخزانات (Thermohygrométre de vétrine)

جهاز قياس شدة الضوء (Luxmétre)

جهاز قياس نسبة الرطوبة (Humidimétre)

الجوشن (Prothoraxe)

الجيوب الراتنجية (Poches résineuses)

ح

حذاء الأمن (Chaussures de sécurité)

حرشفيات الأجنحة (Lédipoptére)

الحشرات الخاشبة (Insectes xylophage)

الحشرات النارية (Pyrale)

الحقن (Injection)

حمض الخل (Acide acétique)

حمض السيانيدريك (Acide cyanhydrique)

حمض الفوليك (Acide folique)

حمض الكبريت (Acide sulfurique)

حمض النيتريك (Acide nitrique)

حمض النيكوتين (Acide nicotinique)

الحور (Peuplier)

خ

الخاشبة (Xylophagidae)

الخدارة (Nymphose)

الخشب المرصع (Bois lamellé-collé)

الخلايا الأنبوبية (Cellules tubules)

الخلون (Acétone)

خيوط ليفية(هيفة) (Filaments ou hyphes)

د

الدبش (Moellon)

دخيل (Exotique)

الدردار (Orme)

الدرع المعدني (Bouclier métallique)

الدعاميات (Basidiomycètes)

دودي (Eruciforme)

الديفان (Toxine)

ثنائي الإيثيل-أكسيد الكبريت (Diméthylsulfoxide)

الديمومة (Durabilité)

ذ

الذبذبات فوق سمعية (Ultrasons)

ر

الراتنج(Résine)

الراتنجي (Résineux)

الراتنج متعدد الأستر الإيبوكسي (Résine polystére époxy)

الراتنج المنحل(القابل للانصهار) (Résine thérmoplastique)

الراتنج غير القابل للانصهار (Résine thérmodurcissable)

رباعي الأمونيوم (Ammonium quaternaire)

الرطوبة المطلقة (Humidité relative)

الرطوبة النسبية (Humidité relative)

الرمامة (Basidiomycètes)

الروافد (Poutre)

الريبوفلافين (Riboflavine)

الريتيدون (Rhytidone)

ز

زائدة (Palpe)

الزان (Hétre)

الزرنيخ (Arsenic)

الزعقوقيات (Cérambycidé)

الزقنبوتات (Ascomycété)

الزيت المتطاير (Huile volatile)

س

سائل جامد (Solution solide)

السيتوبلازم (Cytoplasme)

السبر(Forage)

ساد المسامات (Bouche-pores)

سلم (Escapeau)

سيانور الهيدروجين (Cynure d'hydrogéne)

السوسيات (Curculionidés)

السكوليتيد (Scolytide)

السيريسيد (Siricide)

السوسيدوميد (Cécidomyidae)

السيريفيد (Syrphidae)

السبات الشتوي (Hibernation)

سلم(échelle)

السكر الأحادي (monosaccharide)

ش

الشكير (Combium ou Aubier)

الشفة العليا (Labre)

ص

الصنوبر (Pin)

ض

الضغط السطحي(tensioactif)

ظ

الظنوب (Tibia)

ع

العقد (Nœud)

العنظوب (Lychnide)

العفياء (Imago)

غ

غاز الكربون (Gaz carbonique)

غير متبلورة (Morphique)

غشاء البلازما (Membrane du plasma)

غشائيات الأجنحة (Hyménoptère)

ف

الفتحات (Joints)

فينول(Phénol)

فلور(Flore)

فسفور الهيدروجين (Phosphore d'hydrogéne)

الفاتلات (Tortricidaes)

الفطريات المحللة (Champignons décompositeurs)

الفطريات المتلفة(Champignons lignivores)

الفطريات المتلفة(Champignons lignivores)

الفطريات الملطخة (Champignons lignivores)

الفطريات الباكية (Mérule pleureuse)

فطريات التجويفات (Corniphore de cave)

فتيل خشبي متعدد الأقطار(mèches a bois)

الفص الذأخير من الرجل (Tarse)

الفيتامين (Vitamine)

ق

القشرة (Ecorce)

القلب (Cœur ou Duramen)

القزدير(Etain)

قاماكسان(Gammaxane)

قضبان (Batons)

القوائم (Apode)

القتعات (Cossidaes)

قفاز خاص بالمحاليل(gants spéciaux solvant)

قناع تقريب و تحويل الهواء(masque a adduction)

قرني الاستشعار (Antenne)

ك

كالوري (Kcal)

كسيلان (xylene)

كسيلوفان (xylophon)

كبريت الفلور (Sulfure de flore)

كبسولات (Capsules)

الكستنة (Chatainnier)

الكاربون (Carbone)

الكاربامات Carbamateà)

الكادوسين (Cadmium triethylenediamine)

الكحول الميثيلي (Alcools méthyliques)

الكحول الاثيلي (Alcools Ethyliques)

كحول السينيبانين (Alcool sinapylique)

كحول كونيفيريليك(Alcohol coniférylique)

كحول كوماريليك (Alcohol coumarylique)

كحول كونيفريل (Alcohol coniférylique)

كحول الكوماريل (Alcohol coumarylique)

كليسيروفتالين (Glycérophtalique)

كوبوليمار أكريليك (Copolymére acrylique)

كلاب (Pince)

الكوبالت (Cobalt)

كلور(Chlore)

كروم(Chrome)

كبريت الكربون (Sulfure de carbone)

الكريزوت (Créosote)

الكستوبة (Vrillete)

الكستوبة الصغيرة (Anobium punctatum)

الكستوبة الكبيرة (Anobium rufovillosum)

كمامة مضادة للغبار(masque anti poussiere)

الكليستيرول (Cholestérol)

الكراشة (Scolytide)

الكولين (Choline)

ل

اللب (Moelle)

اللازوردي (Lasure)

اللجنين (Lignine)

لا مائية (Anhydre)

لاصقة (Etiquettes)

الليكتيس (Lyctus)

الليكتيس السمراء (Lyctus brune)

الليميكسلونيد (Lymexylonide)

لونزيت (Lenzites)

لاندان(lindane)

اللجينيناز (Lagninase)

م

المخاطية (mucus)

المراقبة (L'inspection)

المستخلصات (Extraction)

الميكروفيبريلات السيليلوزية (Microfibre cellulosique)

المتعدد التسكرات (Polysaccharide)

المتعددة الكروم (Polychromes)

متباينة الخواص (Anisotrope)

المانوز (Mannose)

الماء التكويني (Eau de constitution)

الماء المتكثف شعريا (Eau de condensation capillaire)

المواد المشعة (Linoléums)

المتر الليفي (Métre linéaire)

المعالجة بالبرودة (Action de froid)

المعالجة بالحرارة (Traitement de la chaleur)

ميجاراد (Mégarad)

المكثفات الفينيلية (Polymére vinylique)

محيط المتحف (Micro climat)

مضادات الحرائق (Extincteur)

مضادات الحشرات (Insecticide)

مضادات الفطريات (Pesticide ou fongicide)

مخرز (Poinçon)

المشرط (Bistouri)

مكبس(Pistolet)

موجات سمعية (Onde asoustique)

مشيجة الفطر (Mycélium)

منظار (Jumelle)

مرقش (Pinceau)

مبيدات الحشرات (Insecticides)

مبيدات الفطريات(Fongicides)

المتك (Rostre)

التكثف (Condensation)

الميلوندريد (Meandryide)

مزدوجة الأجنحة (Diptere)

المأرضة (Termitière)

المشيجة (Mycélium)

متحولة (Metamorphose)

متجانسة الأجنحة (Isoptère)

مزدوجة الأجنحة (Diptère)

مخاب حديدي(Griffe)

مقص الخشب(Ciseau a bois)

معول(Hachette)

مكشط كهربائي(Décapeur pneumatique)

فرشاة حديدية(Brosse métalique)

فرشاة بلاستية(Brosse plastique)

مكنسة(Balayette)

معطف بقبعة مثقبة عند العينين(Cagoule)

مضادات الحرائق(Extincteurs)

المحضار (Sirex)

المستحلبات(Emulsions)

مغمدات الأجنحة (Coléoptère)

مضادات الحشرات(Insecticide)

مضادات الفطريات(Pesticide)

ملح النحاس(Sel de cuivre)

ملح الكروم(Sel de chrome)

ملح الزرنيخ(Sel arsenic)

ملح البورون(Sel borique)

مثقب كهربائي(Perceuse)

مدور(Tourillions)

مثقب مطاطي كهربائي(Perforateur electro-pneumatique)

مسبار الاسمنتالمسح(Forets béton)

منشار (« Scie « cloche)

مضخة هواء كهربائية ذات ضغط منخفض (Pompe a basse pression)

المنتجات المختلطة(Produits mixtes)

مضخة هواء يدوية (Pompe manuelle)

ن

النجب (Liber)

النخاع (Moelle)

النسغ (Seve)

النواة (Noyou)

النيوكليوتيدات السكرية (Sucre nucléotide)

نحاس (Cuivre)

النتربيد (Antehribidae)

النافتانات المعدنية (Napatéennes métalliques)

نافئة اللهب (Chalumeau)

النمل (fourmis)

النمل الأبيض (Fourmis blanche)

النخروب (Alvéole)

النخر (Nécrose)

نمو الأنسجة (Histogenèse)

النشاطات الهدامة (Activités Lignivores)

نظارة واقية(Lunette de protection)

النمل (Fourmis)

الناصعات (Buprestidé)

النجب (Phloème)

نافثة اللهب الغازية(Chalumeau a gaz)

هـ

الهيدروجين (Hydrogène)

هيدروكسيد الأمونيوم النحاسي (Hydroxyde cupromonium)

الهيميسيليلوز (Hémicellulose)

الهيكسوز (Hexose)

هيكساكلور و سيليكوهيكسان(Hexachlo-cyclohexane)

و

الوريقي (Feuillus)

الوزن الجزئي (Poids spécifique)

وتد حاقن(Pal injecteur)

وصلة سحق(Lance ou rallonge de pulvérisation)

قائمة المصادر و المراجع:

***اللغة العربية:**

1: السيد عزت قنديل (عطا ا أحمد)،تقنية الأخشاب، كلية الزراعة، جامعة الملك سعود، نشر عمادة شؤون المكتبات، الرياض، 1993.

2: لعرج (عبد العزيز محمود)، الزليج في العمارة الإسلامية بالجزائر في العصر التركي، المؤسسة الوطنية للكتاب، الجزائر، 1990.

*** اللغة الفرنسية:**

AVAT (D.G), DIROL (D), et al, Le traitement du bois dans la construction, 2eme édition Eyrolles, paris, 2000.

Balachowsky (A.S), Coléoptère scolytidae, Faune de France, vol II, Le Chevalier éditeur, paris, 1949.

BARBEY (A), Traité d'entomologie forestière, Berger le vrault éditeur, 2eme édition, Paris, 1952.

BERDUCOU (M.C), La conservation en archéologie, méthodes et pratiques de la conservation – restauration des vestiges archéologique, Masson, Paris, 1990.

BOVEY (P), Un nouveau ravageur en Europe: L’écaille fileuse (Hyphantria cunea drury), Publication Suisse, 1953.

BRESSON (T), Maison de bois, architectures scandinave, 2eme éd, Dunod, 1986.

BRAUMAN (A), Influence de termite humivore et de leur microflore digestive sur la transformation organique, Sciences du sol, Montpellier, 1998.

BRAUMAN (A), Bignell (D.E), Tayasu (I), Soil feeding termites: biology microbial associations and digestive mechanism biology of termites. Kluwers ed, Amsterdam, 1998.

BROMELLE (N.S), Deterioration and treatment of wood, in problems of conservation in museum, ICOM, Ed Eyrolles, Paris, 1969.

BROUSSAUX (G), Les carreaux de faïences peints dans l’Afrique du nord, Paris, 1930.

11: BROWN (H.P), Text book of wood technology, commercial wood of United States, 1952.

BROWNING (B), Methods of wood chemistry, Vol I, Wiley interscience, New York, 1967.

CANAVA (G), Biology in the conservation of Works of art, ICCROME , 1991.

CARTWRIGHT (K.G), FINDLAY (W.K), Decay of timber and its Preservation, Chemical Publ, Co, Inc, New York, 1950.

CASSAR (M), Modèles de vitrines et contrôle climatique : une analyse typologique, Muséum, 1985.

CHRISTIAN (C), Les champignons du bois, Conseil canadien du bois, Lomer printers LTD, Canada, 2002.

CLEMENT (J.L), Ecologie des isoptères en France, Position systématique des populations – Bull.soc.Zool.fr, 1977.

COLVIN (J.R), the biosynthesis of cellulose, the formation of wood in forest trees, Press A.C, 1964.

COTE (W.R), Cellular Ultra structure of Wood, plants, Syracuse Univ press, New York, 1965.

DAJOZ (R), La digestion du bois par les insectes xylophages, l'année biologique, Edition Eyrond, paris, 1968, p.21.

DOMINIQUE (D), Conception des structures en bois lamellé-collé, Editions Eyrolles, 1999.

DOMINIQUE (G.M), Le bois dans la construction, Edition du Moniteur, Paris, 1990.

DOMINIQUE (G.M), Construction avec le bois, collection technique de conception, Edition le moniteur, Paris, 1999.

DUREZ (M), Nouveau traité des matériaux de construction, T.II, Edition Dunod, Paris, 1992.

FENGEL (D), WEGNER (G), Wood, Chemistry, Ultra structure, Reactions, Berlin, 1984.

FINDLAY (W.P.k), Studies in the physiology of Wood – destroying fungi, Botanique institutue, new series, 1940.

FREEDENBERG (K), the constitution and biosynthesis of lignin, Springer overlays, New York, 1968.

GASC (Y), DELPORTE (R), et al, les charpentes en bois, Edition Eyrolles, s.d.

GERARD (K), La fabrication du bâtiment, les gros œuvres, édition Eyrolles, Paris, 1997.

GOLVIN (L), Palais et demeures d’Alger à la période ottomane, O.P.U, France, 1988.

GOTZ (K.H), HOOR (D), et al, Construire en bois, traduit de l’allemand, Edition du Moniteur, 1983.

GRANDET (D), Architecture et urbanisme islamique, O.P.U, Alger, 1992.

HEARLE (G.W), The fine structure of fibers and crystalline polymers, Interscience, New York, 1963.

HICKIN (N.E), An introduction to the study of the British *lyctidae*, B.W.P.A., Annual convention, British, 1960.

HILLIS (W.E), Formation and properties of some wood extractives, Academic press, New York, 1972.

HUSSON (R), A propos d'un Buprestidé nuisible aux hêtres, T II, Copenhague, 1956.

JACQUOIT (C), Les champignons du bois, Edition Masson, paris, 1967.

JACQUIOT (C), Ecologie des champignons forestières, Gouthier – Villars, Paris, 1978.

JACQUIOT (C), Etudes anatomique des lésions caractéristiques de la maladie de bois, Masson édit, 1951.

JACQUIOT (C), Observation sur les relations entre la flore de champignons lignicoles et les traitements forestiers en foret, travaux des naturalistes de la vallée de Loing, FASC, Paris, 1955.

JACQUOIT (C), LA PETITE (D), Recherche sur le rôle des bactéries dans la conservation des copeaux de bois de papeterie stockés, La société mycologique de France, Paris, 1967.

JURI (Z), CHAVALA (M), La grande encyclopédie des insectes, GRUNAD, Paris, 1990.

KARL (H.G), DIETER (H), et al, Construire en bois, Choisir, Concevoir, Réaliser, Presse polytechniques et universitaires Romandes, Suisse, 2001.

KIRK (T.K), COWLING (E.B), Biological decomposition of solid wood, the chemistry of solid wood American Chemical Soc. Washington D.C, 1984.

KLEIN (H), Feuillets d'EL DJAZAIR, Alger, 1937.

KOLMAMM (F), COTÉ (W), principles of wood science and technology, springs, New York, 1968.

KOMAR (A), Matériaux et éléments de construction, Imprimé en Union Soviétique, Moscou, URSS, SD.

KRIVOSHEINA (N.P)), MAMAEV (B.M), Clés de détermination des larves xylophages habitants dans le bois de construction (en RUSSE), Moscou, éditions Nauka, 1967.

LA PETITE (D), Etude sur bois de l'action antagoniste de bactérie vis-à-vis de champignons lignicoles, Masson édit, Paris, 1970.

MALPHETTES (C.B), Premiers essais d'élevage des larves d'HYLOBIUS abietis sur milieu synthétique, Edition EYROLES, PARIS, 1968.

MARÇAIS (G), L'architecture musulmane d'occident, Tunisie, Algérie, Maroc, Espagne, Sicile, Arts et métier graphique, Paris, 1954.

MARCEL (C), NICOLAS (D), La cellulose, que-sais-je, Presse universitaire de France, s.d.

MATANA (M), Charpentes : ossatures bois, planchers, assemblages…, éd alternatives, Paris, 1999.

MOHLETHALER (B), Conservation of water logged wood and wet leather, Eyrolles, Paris, 1973.

MOREAU (C.M), Etude mycologique de la maladie de l'encre du chêne, Pathologie végétale et entomologie agricole de France, Edition Eyrolles, Paris, 1985.

MORERE (J.L), RAYMOND (P), Dictionnaire raisonné de biologie, Edition Frison Roche, 2003.

PIPONNIER (D), La conservation des antiquités et des œuvres d'arts, Trad. PHILLIPPOT (P), Eyrolles, Paris, 1966.

PLANDERLEITH (H.J), La conservation du bios polychrome, trad. KOUZOUK (Y), I. F. Damas, 1989.

RAYZAL (M), Guide de la préservation du bois, CTBA, paris, 1998.

REVAULT (J), Palais et demeures de Tunis, 18eme - 19eme siècle, C.N.R.S, France, 1967.

ROGER (D), Ecologie des insectes forestiers, Gouthier - Villars, paris, 1980.

ROQUE (H), Précis de cryptogamie, Librairie Maloine, Paris, 1952.

RUSE (W), Le bois en architecture extérieure, traduit de l'Allemand Delta (s), Edition le moniteur, 1981.

SAVORY (J.G), Damage to Wood Caused by Microorganisms, Paper III.J.App. Bact, 1954.

SERGE (P), PRUVOST (M.N), Insectes et champignons du bois, Edition Eyrolles, Paris, 1996.

SJÖSTRÖM (E), Wood chemistry: fundamentals and applications, Academic press, New York, 1980.

SKOUTARIDES (H), DENANCE (M), Construction a ossatures en bois, conception et mise en œuvre, Edition du Moniteur, Paris, 1992.

SKOUTARIDES (H), DEMANCE (M), Construction a ossature bois, Conception et mise en œuvre, Edition Eyroles, Paris, 1998.

SKOUTARIDES (H), DONANCE (M), Construction a ossature bois, Conception et mise en œuvre, Edition Eyrolles paris, 1995.

STAMM (A), wood and cellulose science, Roland press, New York, 1964.

SUZUKI (M), Maisons en bois en Europe (exemple traditionnels), Edition Eyrolles, Paris, 1980.

TAIEB (J), La maison d'EL Ariana In cahier des arts et techniques d'Afrique du nord, N°6, Ed Privat, France, 1962.

VIALA (D), Contribution a l'étude des modifications anatomiques et chimiques des bois attaqués par des champignons, Ecole N.A.T, Paris, 1963.

WIGGLES (W.B), trad. CHOPARD (L), Physiologie des insectes, DUNOD, Paris,1959 .

WOLF (F), Ethologie des *siricidae* (*Hemenoptera, symphyta*), Belgique, 1968.

*** قائمة الرسائل الجامعية:**

ALMEIDA (G), Influence de la structure du bois sur ses propriétés physico mécanique à des teneurs en humidité élevées, Thèse de doctorat, Université LAVAL, QUIBEC, Mars 2006.

CARLE (P), Le rôle des insectes dans les modifications et d'équilibre biologique des forets, thèse université de bordeaux, édition imp. Bordeaux, 1973.

*** قائمة القواميس و الموسوعات:**

AUGE (C), Nouveau la rousse illustre, T 2, Libraire la rousse, Paris, S.d.

Le bois in encyclopédie universels, vol II,

ROBERT (P), Petit ROBERT, Dictionnaire de la langue française, édition de petit Robert, Paris, 2001.

DOMINIQUE (L. C), Encyclopédie des sciences, version française, LGF, paris 1998.

MONTAIGUT (J), Encyclopédie analytique des champignons, SECN, Paris ,1992.

La rousse de la nature : encyclopédie du monde vivant, la rousse, paris, 2000.

Thèma encyclopédie la rousse 3, science technique: l’univers, la terre, mathématiques, physique, chimie, technique, la rousse, paris, 2000.

التقارير:

BRAUMAN (A), FALL (S), Influence de termites humivores et de leur microflore digestive sur la transformation organique, Congrès Mondial de sciences du sol, Montpellier, 20-26aout 1998.

CARLE (P), Les phénomènes présidant aux séccessions d'insectes dans le dépérissement du pin marine, la lutte biologique en foret, Annales Zool, paris, 1973.

SLIMANI(B.E.T), Restauration du comble du Musée National des Arts et Tradition Populaires –CASBAH-, Rapport d’examen N°1, Bureau d’études : GAUR, Alger, 2006.

فهرس الموضوعات